

# ERA SOLAR

Fototérmica & Fotovoltaica

EDICIÓN 187 - JULIO/AGOSTO 2015 - AÑO XXXIII

REVISTA TÉCNICA FUNDADA EN EL AÑO 1983

«ORIENTSOL 3.0»

NUEVO LABORATORIO VIRTUAL SOBRE EL RECURSO SOLAR

ESTUDIO TÉRMICO EXPERIMENTAL

CAPTADOR SOLAR DE AIRE CON PLACAS PARALELAS  
Y ALETAS RECTANGULARES

PROYECTO «ARES»

ACCESO A RED DE ESTACIONES SOLARES

INVESTIGACIÓN EN CONCENTRACIÓN SOLAR


PANORAMA DE LA TERMOQUÍMICA SOLAR EN ESPAÑA

BARÓMETRO FOTOVOLTAICO 2014

EL MERCADO MUNDIAL INCREMENTA SU POTENCIA A 40 GWp

LA UNIÓN EUROPEA ALCANZA LOS 86.674 MWp instalados





# Con la rehabilitación energética de edificios, "todo niquelao"

## Rehabilitación energética de viviendas existentes.

La rehabilitación energética de viviendas es importante para ahorrar energía y ganar en confort: poner ventanas con doble acristalamiento, aislar térmicamente la fachada y la cubierta o instalar una caldera eficiente.

### Recuerda que:

- Para alquilar o vender tu casa, el certificado energético es obligatorio. Además, incrementa su valor.
- El certificado energético te orienta y recomienda las actuaciones para mejorar la eficiencia energética al rehabilitar el edificio.
- Ya puedes solicitar las ayudas para tu comunidad de vecinos.

Infórmate en [www.controlastuenergia.gob.es](http://www.controlastuenergia.gob.es)

**AYUDAS 2015**  
**Infórmate**  
AHORRO ENERGÉTICO  
[www.idae.es](http://www.idae.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, ENERGÍA  
Y TURISMO



**IDAE**  
Instituto para la Diversificación  
y Ahorro de la Energía





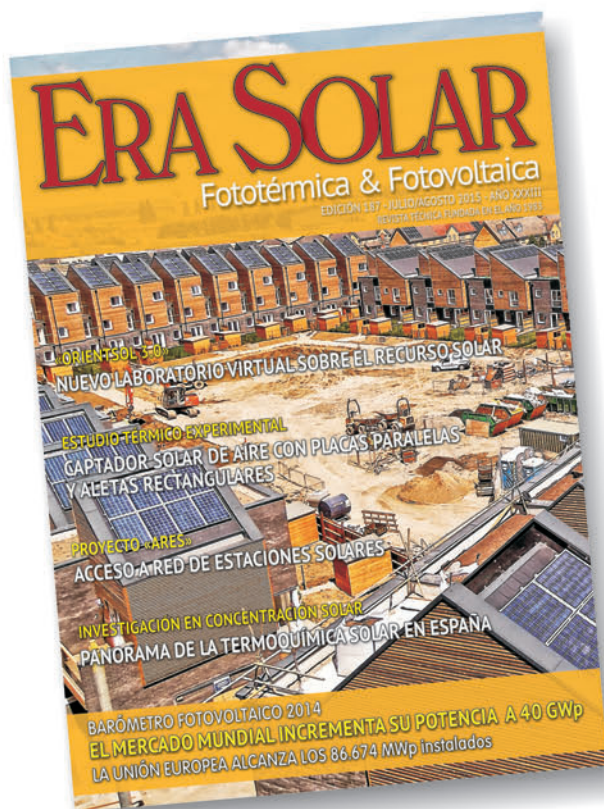


## SUMARIO

- 6 Barómetro fotovoltaico 2014.  
El mercado mundial incrementa su potencia a 40 GWp.  
La Unión Europea alcanza los 86.674 MWp instalados.
- 24 Investigación en concentración solar.  
Panorama de la termoquímica solar en España.
- 34 Desarrollo del autoconsumo en la Comisión Europea.  
España en dirección contraria.
- 38 «OrientSol 3.0».  
Nuevo laboratorio virtual sobre el recurso solar.
- 46 Estudio térmico experimental.  
Captador solar de aire con placas paralelas y aletas rectangulares.
- 54 Proyecto «ARES».  
Acceso a red de estaciones solares.
- 60 Juegos del lenguaje para recortar derechos.  
Análisis sobre el proyecto de normativa de autoconsumo.
- 62 Sobre la sustitución de la energía solar térmica por la bomba de calor en el CTE.  
Normativa en contra de algunas justificaciones.

## PORTAVOZ DE:





## PORTADA

El Reino Unido se ha convertido en el año 2014, y por primera vez en su historia, en el primer mercado solar europeo de energía fotovoltaica. Según las estadísticas proporcionadas al terminar febrero de 2015 por el Department of Energy & Climate Change (DECC), el país ha conectado a la red aproximadamente 2.248 MW en 2014, llevando la potencia de la energía fotovoltaica a 5.230 MW. El objetivo del Gobierno británico sigue siendo ambicioso y pretende instalar 22 GW de aquí a 2020, cuatro veces la potencia acumulada a finales de 2014. Fotografía: Business Green.



La buena salud del mercado mundial fotovoltaico contrasta con la situación de la Unión Europea. Si bien las políticas públicas todavía apoyan firmemente el desarrollo de la electricidad solar en Asia, América del Norte y en los mercados emergentes (Sudáfrica, América Sur, India, Turquía, etc.), el mercado en Europa se enfrenta a políticas nacionales y europeas mucho más drásticas, lo que dificulta el desarrollo del sector. Estas políticas fueron llevadas a cabo principalmente en los países que ya han invertido mucho en su segmento solar (Alemania, Italia, Grecia, Bélgica, etc.). En el Reino Unido o Francia, donde la fotovoltaica se desarrolló en menor medida, la tendencia es más positiva. El alza de ambos mercados, no obstante, sigue siendo todavía insuficiente para reactivar el continuado declive desde el año 2012.

## SECCIONES FIJAS

- 60 UNEF Informa.
- 62 Tribuna ASIT.
- 64 Noticias.
- 70 Actualidad empresarial.
- 78 Avances técnicos.
- 81 Ferias, congresos, cursos y certámenes.



La termoquímica solar se interesa en el uso de la energía solar concentrada en aplicaciones químicas. En la actualidad, se focaliza en la producción de productos químicos de alto valor añadido; tal es el caso de la síntesis de portadores de energía, como el hidrógeno. Desarrollar un proceso con una elevada eficiencia de conversión contribuiría a la descarbonización del transporte y a la producción de combustibles menos contaminantes. España no es ajena a la investigación en este campo. Durante el último lustro varias importantes iniciativas sobre producción de combustibles solares empleando ciclos termoquímicos, gasificación y reformado solar, electrolisis de vapor a alta temperatura y almacenamiento termoquímico han visto la luz.

## PREMIOS



### EUROPEAN SOLAR PRIZE 2003

Concedido por The European Association for Renewables Energy en la categoría "Medios de Comunicación". Diciembre 2003. Berlín, Alemania.



### PREMIO SOLAR 2003

Concedido por The European Association for Renewables Energy (sección española) en la categoría "Medios de Comunicación". Diciembre 2003. Barcelona, España.



### PREMIO RICARDO CARMONA 2004

Concedido por la Cámara de Comercio de Almería en la categoría "Medios de Comunicación". Febrero 2004. Almería, España.



### PREMIO SOL Y PAZ 2006

A la labor divulgativa. Concedido por Fundación Tierra/Encuentro Solar en la categoría "Medios de Comunicación". Julio 2006. Granada, España.



### PREMIO AEEPP 2014

Diploma de honor por su permanencia activa y trayectoria empresarial en el mundo de la edición (31 años). Septiembre 2014. Madrid, España.



Impreso sobre papel ecológico



A partir de un estudio experimental previo en el que se compara el comportamiento térmico de tres modelos a escala de calentadores de aire, se concluye que el calentador de aire de placas paralelas con aletas, supera en un 20% en eficiencia al modelo de calentador de conductos cilíndricos y en 36% al modelo de placas planas. Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo hacer el estudio experimental del calentador de aire de placas paralelas con aletas, con área de captación solar de 2,4 m<sup>2</sup>, para su aplicación en un sistema de deshidratación solar.





# Inversores desde 2,5 kW hasta 1 MW

En Ingeteam, abordamos cada proyecto bajo el concepto **i+c**, innovación para encontrar las mejores soluciones y compromiso para dar el mejor servicio.

Los inversores fotovoltaicos INGECON SUN son ahora más eficientes y potentes que nunca. Las familias 1Play y 3Play (de 2,5 a 10 kW y de 10 a 40 kW, respectivamente) son la elección perfecta para instalaciones domésticas e industriales. Los inversores centrales PowerMax son la mejor opción para grandes plantas fotovoltaicas con conexión directa a un transformador MT.

La fórmula de la nueva energía **i+c**

#### Visítenos en:

Intersolar Brasil	1-3	septiembre
SPI Anaheim USA	15-17	septiembre
REI India	23-25	septiembre
Green Expo México	23-25	septiembre
All Energy Australia	7-8	octubre
CIREC Chile	27-28	octubre



[www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com)

[solar.energy@ingeteam.com](mailto:solar.energy@ingeteam.com)

## Ingeteam

READY FOR YOUR CHALLENGES





## Barómetro fotovoltaico 2014

La Unión Europea alcanza los 86.674 MWp instalados

## El mercado mundial incrementa su potencia a 40 GWp

A medida que el mercado fotovoltaico mundial ha seguido creciendo entre 2013 y 2014, desde los 37,6 GWp hasta cerca de 40 GWp, el mercado de la Unión Europea ha seguido estancado. Según EurObserv'ER, el mercado de la energía fotovoltaica en Europa se acerca a los 6,9 GWp en 2014, una bajada del 32,3% a partir de 2013. Tres años antes, en 2011, ascendió a casi 22 GWp.

La buena salud del mercado mundial fotovoltaico contrasta con la situación de la Unión Europea. Si bien las políticas públicas todavía apoyan firmemente el desarrollo de la electricidad solar en Asia, América del Norte y en los mercados emergentes (Sudáfrica, América Sur, India, Turquía, etc.), el mercado en Europa se enfrenta a políticas nacionales y europeas mucho más drásticas, lo que dificulta el desarrollo del sector. Es-

tas políticas fueron llevadas a cabo principalmente en los países que ya han invertido mucho en su segmento solar (Alemania, Italia, Grecia, Bélgica, España, etc.). En el Reino Unido o Francia, donde la fotovoltaica se desarrolló en menor medida, la tendencia es más positiva. El alza de ambos mercados, no obstante, sigue siendo todavía insuficiente para reactivar el continuado declive desde el año 2012.

Esta posición puede parecer a primera vista paradójica porque la electricidad solar nunca ha sido tan barata. Nuevos estudios europeos, como los publicados a finales del año 2014 por Ecofys "*Subvenciones y Costos de Energía de la UE*", muestran claramente que el costo total de la generación de energía (llamado costo LCOE) ya estaba en 2012 por debajo de la barrera de los 100 €/MWh en muchos países europeos, y que es hoy comparable a los de la electricidad a partir de nucleares o de gas natural. De acuerdo al estudio "*Costes actuales y de futuro de la energía fotovoltaica*" de el comité de estudios alemán Agora Energiewende, publicado en febrero de 2015, la energía solar es incluso ahora la energía más competitiva en muchas partes del mundo. El estudio muestra que a partir de 2025 el coste de la energía solar será de entre 4 y 6 c€/kWh en los países del sur de Europa y Europa Central. En 2050, estos costos podrían incluso caer entre 2 y 4 c€/kWh. El estudio aclara que los costos dependen tam-



bién de el marco jurídico y las condiciones de financiación, que podría, la falta de voluntad política, limitar su disminución.

A nivel mundial, sin embargo, todos los indicadores de crecimiento son positivos. La firma de consultoría IHS, especializada en fotovoltaica, a publicado en enero su pronóstico de tendencia de mercado en el año 2015. En particular, argumentan un nuevo crecimiento de la demanda mundial de alrededor del 30% en 2015, un mercado que se acerca a 57,3 GWp. Su estimación para 2014 establecida alrededor de 44,7 GWp, es mayor que la reportada por la EPIA (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica) o la AIE PVPS (Programa Fotovoltaico de la Agencia Internacional de la Energía), que son las que se optaron por incluir en este barómetro. La diferencia radica en la evaluación el mercado chino, en particular difícil de definir con precisión.

Las previsiones de crecimiento para el largo plazo son muy positivas. En 2014, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) ha revisado de nuevo al alza sus previsiones de crecimiento para el año 2050. En su publicación "Hoja de Ruta de la Tecnología Energía Solar Fotovoltaica", en un escenario de alto crecimiento, la AIE estima posible que la potencia mundial fotovoltaica pueda llegar a 4.600 GWp en 2050, lo suficiente para producir 6.300 TWh, lo que representa el 16% de la producción mundial de electricidad. Al finalizar 2014, el mercado de la energía acumulada mundial debería ser del orden de 180 GWp y representan el 1% de la producción mundial de electricidad. Un nuevo informe del gabinete IHS publicado en marzo, predijo un poder global acumulado de 498 GWp en 2019, para un mercado mundial ese año de 75 GWp.

#### MERCADO MUNDIAL: CASI 40 GW EN 2014

La AIE PVPS publicaba a finales de marzo su primera estimación de el mercado fotovoltaico a nivel mundial. Según el organismo, se debería establecer en alrededor de 40 GW (de los cuales 38,7 GW en los países directamente seguidos por los miembros de AIE PVPS) en comparación con la potencia estimada instalada de 37,6 GW en 2013. No es sorprendente que Asia sea ahora el corazón del mercado mundial, con cerca del 60% del volumen de instalación. China, que ha revisado a la baja sus datos de instalación en 2013 (de 12,92 a 10,95 GW) estabilizo su mercado en el año 2014 en alrededor de los 10,6 GW (tablas 1 y 2). El mercado debe ahora ponerse en marcha de manera significativa: en marzo de 2015, el gobierno anuncio el establecimiento de un objetivo de 17,8 GW,



## VISUALIZAR Y CONTROLAR!

El portal de internet para acceder de forma sencilla y segura a sus datos de sistema

- Valores de su sistema a tiempo real y datos meteorológicos de un vistazo en el panel de control
- Avanzado editor de sistema para crear diagramas, filtros y sistemas personalizados
- Visualización precisa de los datos a tiempo real
- Notificaciones automáticas por correo electrónico a través de los parámetros de su sistema
- Visualización en cualquier equipo móvil



Regulador RESOL



Datalogger / Módulo de comunicación



Router



	Capacidad anual instalada	Capacidad acumulada
Alemania	1.899	38.301
China	10.560	28.199
Japón	9.700	23.300
Italia	385	18.450
EE.UU.	6.201	18.280
España	21	8.787
Francia	975	5.600
Reino Unido	2.448	5.230
Australia	910	4.136
Bélgica	65	3.105

Tabla 1.- Los diez primeros países en términos de la capacidad total fotovoltaica instalada en 2014 (MWp)\*.

\*Estimación. Fuente: EurObserv'ER 2015 para los países de la UE, IEA PVPS 2015 para el resto de países.

con cuotas de instalación asignadas a cada provincia.

El crecimiento en el mercado japonés es igualmente muy rápido, con casi 10 GW instalados en 2014 (9,7 GW según la AIE PVPS), en contra de unos 7 GW en 2013, por lo que va casi a la par con su vecina China en 2014. En Japón, sin embargo, semejante progreso de energía solar se ve más como una marcha forzada. La catástrofe nuclear de Fukushima llevó al gobierno a un estado de urgencia, en julio de 2012, un nuevo sistema de incentivos particularmente generoso, que remunera los excedentes no autoconsumidos de producción de electricidad. En 2014, por ejemplo, sistemas menores de 10 kWp se beneficiaron de una remuneración de 37 yen por kWh (0,29 €/kWh) durante 10 años por cada kWh no autoconsumido. Los sistemas de más de 10 kWp se benefician de una compensación de 32 yen por kWh (0,25 €/kWh) durante 20 años. Sin embargo, el precio de compra ha sufrido una fuerte depreciación en los últimos años. Después de una disminución del 10% en 2013 y el 11% en 2014, el gobierno anunció una nueva bajada del 16%, que dejará la tarifa en 27 yen por kWh en julio de 2015. El nuevo sistema de tarifas de compra ya ha llevado al Ministerio de Economía, Comercio e Industria (ME-

TI) a aprobar en el espacio de dos años la financiación de 70 GWp fotovoltaicos, proyectos suficientes para el suministro de un 8% de las necesidades de electricidad del país. Algunos analistas creen, sin embargo, que parte de esta energía no se puede instalar debido a la falta de espacio disponible, y sobre todo a causa de la hostilidad de las compañías de energía en el país. Estas últimas destacan las consecuencias problemáticas de este desarrollo en el precio de la electricidad y problemas técnicos asociados con la conexión de tal potencia. También abogan por el reinicio del parque nuclear del país. Cinco operadores nacionales incluso anunciaron su intención de cesar toda conexión. Sensible a estos argumentos, el gobierno japonés tiene previsto modificar durante este año las reglas, permitiendo a las eléctricas cancelar sus compromisos de compra

China	10.600
Japón	9.700
EE.UU.	6.201
Reino Unido	2.448
Alemania	1.899
Francia	975
Australia	910
Corea del Sur	909
Suráfrica	800
India	616

Tabla 1.- Los diez primeros mercados de la solar fotovoltaica en 2014 (MWp)\*.

\*Estimación. Fuente: EurObserv'ER 2015 para los países de la UE, IEA PVPS 2015 para el resto de países.

con los desarrolladores y proyectos menos serios.

En los EE.UU., el mercado fotovoltaico sufrió un boom del 30%. Las cifras del mercado publicadas en marzo por SEAI (Asociación Americana de la Industria de la Energía Solar) y GTM Research indican la instalación en 2014 de 6.201 MW, en contra de los 4.776 MW instalados en 2013. La potencia fotovoltaica acumulada en EE.UU. alcanza los 18,3 GW. Este crecimiento, principalmente fue impulsado por segmento de grandes centrales solares (3,9 GWp), proyectos promovidos por grandes empresas energéticas, el segmento residencial (1,2 GWp) ha superando al de las aplicaciones comerciales-empresariales (1 GWp). SEIA y GTM Research precisan que en 2014, la solar representó el 32% de la nueva potencia eléctrica instalada en los Estados Unidos, superando por segundo año consecutivo a la eólica (con una proporción del 23%) y carbón (sin potencia instalada en 2014). Para 2015, las previsiones de crecimiento del mercado solar americano son, según GTM Research, del 31%; sobre un mercado de 8,1 GWp. Sobre el plan de producción, las estadísticas federales de EIA (Administración de Información de Energía) indican que la producción de electricidad fotovoltaica casi se duplicó entre 2013 y 2014, pasando de 8,1 TWh a 15,9 TWh. La producción fotovoltaica sigue siendo todavía marginal, con menos del 0,5% de la generación de electricidad en EE.UU. (4,4% para la energía eólica). Este producción, sin embargo, está infravalorada, debido a que el EIA no enumera la producción de plantas inferiores a un megavatio y por lo tanto no tiene en cuenta la producción de sistemas instalados





**DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA SOLAR DESDE 1999**



195W 24V



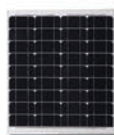
140W 12V



90W 12V



60W 12V



45W 12V



30W 12V



20W 12V



10W 12V



5W 12V

## MÓDULOS SUMSOL

## BATERÍAS ESTACIONARIAS



## BATERÍAS MONOBLOCK Y GEL

## ESTRUCTURAS DE ALUMINIO



## LED Y 12V

## NUEVOS CONVERTIDORES Y REGULADORES FABRICADOS EN ESPAÑA POR SUMSOL



REGULADOR RS  
10A Y 15A



REGULADOR RS DISPLAY  
30A Y 40A



CONVERTIDOR CARGADOR SUMVERTER  
1200 VA, 1600 VA, 2000 VA, 3000 VA Y 5000 VA



CONVERTIDOR SUMVERTER  
1200 VA, 1600 VA, 2000 VA  
3000 VA Y 5000 VA

**LORENTZ**

Sistemas de  
Bombeo Solar Directo  
**DISTRIBUIDOR  
OFICIAL**



 **SumSol**  
ENERGÍA SOLAR

Paseo Imperial, 57 · 28005 Madrid · España  
Teléfono (+34) 91 364 13 62 · Fax (+34) 91 364 52 18  
E-mail [info@sumsol.es](mailto:info@sumsol.es) · Web [www.sumsol.es](http://www.sumsol.es)



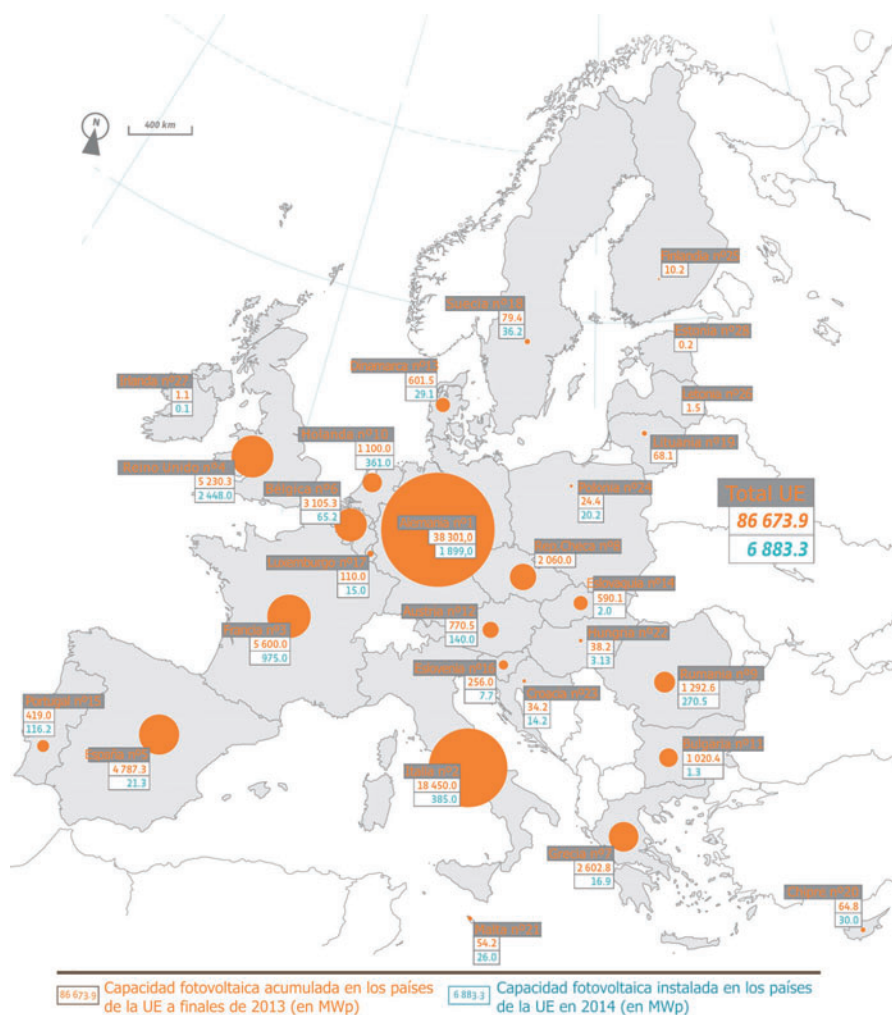
en tejados. Otros mercados han confirmado su madurez y están cerca del gigavatio, incluyendo Australia (0,9 GWp), Corea del Sur (0,9 GWp), Suráfrica (0,8 GWp), países en los que la aparición del mercado fotovoltaico es más reciente.

## EL MERCADO EUROPEO UN REDUCIDO GOTEÓ

Las primeras estimaciones disponibles de el mercado de la UE no despiertan entusiasmo. De acuerdo a EurObserv'ER, la nueva potencia instalada debe ser del orden de 6.883 MWp, lo que representa un descenso del 32,3% en comparación con 2013 (tabla 4), la capacidad acumulada de la UE se sitúa en 86,7 GW (tabla 5). El mercado europeo sigue bajando desde 2011, año en que vio un registro de instalación del nivel de casi 22 GWp. Es, por primera vez, no solo golpeado por el mercado chino, sino también por los japoneses, algo que no sucedía desde 2002 (Japón entonces era el mercado más grande del mundo de fotovoltaica).

Esta nueva desaceleración del mercado europeo se esperaba por los expertos y se explica por varias razones. La primera es que muchos países líderes fotovoltaicos tienen hoy en día una opción política que limita el crecimiento de su industria. El resultado, muchos mercados que excedieron el umbral de gigavatios están perdiendo velocidad y algunos prácticamente han parado, como es el caso de Italia y Grecia. La principal causa es el deseo de controlar mejor el aumento de precios de la electricidad por parte de los políticos en estos países y facilitar la integración de las energías renovables en su mix energético.

Otro elemento, propio del mercado europeo de la energía, explica igual-



Potencia fotovoltaica instalada en la UE a finales de 2014\* (en MWp).

\*Estimación. Fuente: EurObserv'ER 2015.

mente esta desaceleración. La crisis económica, consecuencia de la crisis financiera de 2008, se traduce en una disminución de la demanda europea de electricidad y en un desequilibrio del mercado eléctrico. En efecto, según Eurostat, la producción de electricidad de la Unión Europea (UE 28) descendió de 3.387 TWh en 2008 a 3.261 TWh en 2013, una disminución de 126 TWh en el espacio de seis años. En el mismo periodo de tiempo, la producción de electricidad renovable (normalizado para la hidráulica y eólica) se incrementó de 573 a 823 TWh, un incremento de 250 TWh. En el total de la energía renovable, la producción de electricidad fotovoltaica es una de las que se ha incrementado más rápidamente: se multiplicó

por más de 10, pasando de 7,4 TWh en 2008 a 80,9 TWh en 2013. Según EurObserv'ER, incluso llegó a 91,3 TWh 2014, un incremento del 12,9% en comparación con 2013 (tabla 6). Esta fuerte posición de la energía renovable, junto con la disminución de la producción de electricidad convencional, plantea importantes problemas económicos a los operadores de energía, que vieron la rentabilidad de sus medios de producción convencional (fósiles y nuclear) disminuir. La presión de estos actores sobre los políticos es hoy en día muy fuerte con el fin de limitar el crecimiento de la nueva capacidad de producción de energía renovable, particularmente cuando son tan descentralizadas como la energía fotovoltaica para el au-



toconsumo doméstico. Para ellos, la cuestión es retrasar este desarrollo con el fin de amortiguar al máximo las inversiones pasadas y de proteger el mayor tiempo posible el sistema de distribución actual.

El autoconsumo sin contraprestaciones financieras del tipo balance neto o *net metering*, a de tener en cuenta los peajes de acceso o de la tarifa de conexión a la red, que son remunerados a la red de distribución para garantizar el mantenimiento de su infraestructura. Una vez más, de un desarrollo importante del autoconsumo fotovoltaico es susceptible de elevar el costo de distribución de electricidad de la red, fortaleciendo la ventaja competitiva de la electricidad de autoconsumo.

Esta presión parece estar funcionando. Cada vez en más países están considerando introducir impuestos al autoconsumo. Varios ya han introducido dichos impuestos, como es el caso de Alemania e Italia.

En Holanda, un cambio reciente en la estructura de las tarifas de los costos de distribución de electricidad también disminuirá el interés del autoconsumo. Mientras que en el sistema anterior de "net metering", el costo de acceso a la red dependía de la cantidad de electricidad consumida, el sistema ha cambiado a un sistema a tanto alzado. El consumidor paga la misma cantidad para acceder a la red, independientemente de la cantidad de electricidad que se consume de la misma, limitando de este modo el beneficio de consumir su propia electricidad.

En España, en contra de la protesta popular, el gobierno tiene pendiente la firma del decreto que prevé el establecimiento de un impuesto "Punitivo" del tipo de peaje en la producción de autoconsumo de energía so-

lar. Pero la amenaza de introducción de impuestos, verdadera espada de Damocles, constituye en sí mismo un obstáculo para el autoconsumo. Un inversor potencial, individuo o dueño de negocio, puede de hecho temer que un sistema de financiación sin impuestos puede someterse a una imposición en un segundo término, dejando en seria duda los ahorros esperados. Sin una línea política clara en este mercado, el autoconsumo no puede convertirse en un vehículo un crecimiento significativo en el mercado solar.

## ACTUALIDAD DE LOS PRINCIPALES PAÍSES

### El Reino Unido, primer mercado europeo en 2014

El Reino Unido se ha convertido en el año 2014, y por primera vez en su historia, en el primer mercado solar europeo de energía fotovoltaica. Según las estadísticas proporcionadas al terminar febrero de 2015 por el Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC), el país a conectado a la red aproximadamente 2.248 MW en 2014, llevando la potencia de la energía fotovoltaica a 5.230 MW. DECC precisa que el 55% de la potencia solar desplegada en el país a finales de 2014 ha sido financiada por el sistema de tarifas de compra y que el 36% lo ha sido por el sistema de Obligación de Renovables (RO), ambos han financiado 1.843 MW a finales de 2014.

DECC también confirmó que finalizaría el sistema RO el 1 de abril de 2015, dos años antes de la fecha prevista inicialmente. Una decisión considerada perjudicial por el sector fotovoltaico, ya que, a diferencia de el sistema RO, el sistema de contratos de diferencia (CfD) no se aplica a

País	Wp/habitante
Alemania	474,1
Italia	303,5
Bélgica	277,2
Grecia	236,8
Luxemburgo	200,1
Rep. Checa	196,1
Bulgaria	140,8
Malta	127,5
Eslovenia	124,2
Eslovaquia	109,0
Dinamarca	106,9
España	102,9
Austria	90,6
Francia	87,6
Reino Unido	81,3
Chipre	75,5
Holanda	65,4
Rumania	64,8
Portugal	40,2
Lituania	23,1
Suecia	8,2
Croacia	8,1
Hungría	3,9
Finlandia	1,9
Letonia	0,8
Polonia	0,6
Irlanda	0,2
Estonia	0,1
Unión Europea	171,5

Tabla 3.- Potencia fotovoltaica por habitante en los diferentes países de la UE en 2014\*.

\*Estimación. Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

las plantas de energía de más de 5 MW. Este sistema CfD se va poniendo progresivamente en marcha. En una primera fase de asignación de CfD fue lanzado el 16 de octubre de 2014. El precio fijado para la energía fotovoltaica era establecido en 120 £/MWh (165 €/MWh) para los años fiscales 2014/2015 y 2015/2016, y se reducirá a 115 £/MWh en 2016/2017, pasando a 110 £/MWh en 2017/2018 y 100 £/MWh en 2018/2019.

Para las plantas de hasta 5 MW, la tasa de compra, aplicable durante 20 años, continuará estando en vigor. El sistema es un poco complicado, porque depende tanto la potencia de la central (siete segmentos de potencia para los sistemas en techo



País	2013			2014		
	Conectada	No conectada	Total	Conectada	No conectada	Total
Reino Unido	1.033,0	0,0	1.033,0	2.448,0	0,0	2.448,0
Alemania	3.304,0	5,0	3.309,0	1.899,0	0,0	1.899,0
Francia	672,0	0,0	672,0	974,9	0,1	975,0
Italia	1.363,5	1,0	1.364,5	384,0	1,0	385,0
Holanda	374,0	0,0	374,0	361,0	0,0	361,0
Rumania	972,7	0,0	972,7	270,5	0,0	270,5
Austria	208,8	0,0	208,8	140,0	0,0	140,0
Portugal	57,0	0,5	57,5	115,0	1,2	116,2
Bélgica	458,9	0,0	458,9	65,2	0,0	65,2
Suecia	18,0	1,1	19,1	35,1	1,1	36,2
Chipre	17,5	0,1	17,6	29,7	0,2	29,9
Dinamarca	169,0	0,2	169,2	29,0	0,1	29,1
Malta	9,5	0,0	9,5	26,0	0,0	26,0
España	119,7	0,5	120,2	21,0	0,3	21,3
Polonia	0,4	0,2	0,6	19,7	0,5	20,2
Grecia	1.042,5	0,0	1.042,5	16,9	0,0	16,9
Luxemburgo	21,0	0,0	21,0	15,0	0,0	15,0
Croacia	15,5	0,5	16,0	14,0	0,2	14,2
Eslovenia	26,7	0,0	26,7	7,7	0,0	7,7
Hungría	22,5	0,1	22,6	3,2	0,1	3,3
Eslovaquia	45,0	0,0	45,0	2,0	0,0	2,0
Bulgaria	104,4	0,0	104,4	1,3	0,0	1,3
Irlanda	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Rep. Checa	41,5	0,0	41,5	0,0	0,0	0,0
Estonia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Finlandia	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Letonia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lituania	61,9	0,0	61,9	0,0	0,0	0,0
U.E.	10.159,1	10,3	10.169,4	6.878,4	4,9	6.883,3

Tabla 4.- Capacidad fotovoltaica instalada en la UE durante los años 2013 y 2014\* (en MWp).  
\*Estimación. Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

de hasta 250 kWp, otro para las instalaciones superiores a 250 kWp), como de una modulación suplementaria de nivel. Podemos efectuar tres niveles -"más alto", "medio" y "tasa menor"- de acuerdo a la eficiencia energética del edificio o por el sistema instalado en una vivienda unifamiliar. La tarifa más alta se reserva para edificios que al menos dispongan de una eficiencia energética al menos igual al nivel de D.

La tarifa más baja esta reservada para edificios que no cumplen con el nivel D de la eficiencia energética y las instalaciones por encima de 250 kW. Una tarifa intermedia, que es un 10% menor que el precio más alto, está diseñada específicamente para

edificios multihabitacionales. La tasa de reducción es trimestral y se basa de acuerdo con el nivel de la instalación del trimestre anterior. Para ello, el legislador definió 5 "segmentos de la instalación" (segmento bajo, segmento defecto, segmento alto 1, segmento alto 2 y segmento alto 3) que corresponde a cinco tasas diferentes de reducción progresiva (0%, 3,5%, 7%, 14% y 28%), cada uno de estos segmentos se definen por tres potencias distintas ( $\leq 10$  kW,  $> 10$  kW  $\leq 50$  kW y  $> 50$  kW). A raíz de estas reglas, el precio de compra aplicable desde el 1 de abril de 2015 al 30 de junio de 2015 es de 13,39 peniques/kWh (en el orden de 18,2 céntimos de euro) para las centrales de

un máximo de 4 kWp instalado en un edificio nuevo y desciende a 6,16 peniques/kWh (alrededor de 8,4 c€/kWh) para la instalación en un edificio con una potencia superior de 250 kWp (más detalles en [www.fita-riffs.co.uk](http://www.fita-riffs.co.uk)). El objetivo del gobierno del Reino Unido sigue siendo ambicioso y pretende instalar 22 GW de aquí a 2020, cuatro veces la potencia acumulada a finales de 2014.

**El mercado alemán no llega a los 2 GW**  
Alemania ya no proporciona el liderazgo al mercado europeo fotovoltaico. Según AGEE-Stat, el grupo de trabajo de estadísticas sobre energías renovables del Ministerio alemán de Medio Ambiente, el país solo habría conectado 1.899 MWp en 2014 contra los 3.305 MW en 2013. El mercado alemán que había mantenido más allá de 7 GW en 2010 (7.318 MW), 2011 (7.485 MW) y 2012 (7.604 MW), continúa por lo tanto en línea desacelerante de acuerdo con la nueva política del gobierno alemán. El objetivo prioritario de este último es hoy en día más aumentos del control de el precio de la electricidad. Una nueva política, que se tradujo por primera vez después de su instauración en el año 2000 por la reducción de la cuota (ley tarifaria EEG), que financia el desarrollo de las energías renovables en Alemania. Esta última pasa de 6,24 c€/kWh en 2014 a 6,17 c€/kWh en 2015. El año pasado, un hogar alemán con un consumo anual de 3.500 kWh recibía una tarifa de un poco menos de 220 € para financiar la expansión electricidad renovable en su país (véase tabla 3). A cambio, según Datos AGEE-Stat, este esfuerzo financiero ha aumentado la proporción de la demanda de energía de electricidad renovable de un 6,2%





## Serie INCA, el Inversor-Cargador de SOLENER®

Un producto con identidad.  
Robusto, potente e innovador.  
La eficacia, resistencia y fiabilidad  
del INCA viene avalada con 30 años  
de experiencia de sus  
antecesores, sometidos a  
condiciones extremas  
dadas en Antártida, al filo del Everest,  
África profunda  
y zonas tropicales,  
donde es irremplazable  
un producto Solener.



### Funciones del INCA

(un "todo en uno")

- **Inversor de Onda Senoidal Pura**  
Certificado CENELEC, CEM, REBT, etc.  
(Compatibilidad absoluta con todos los electrodomésticos). Modelos de hasta 50kW. Salida monofásica y trifásica para motores.
- **Cargador de baterías P.F.C**  
Corrección del factor de potencia.
- **Arrancador de grupo electrógeno**  
Pone en marcha automáticamente un generador o conecta a la red eléctrica al detectar la necesidad de apoyo y lo detiene cuando se recupera el nivel de carga en la batería.



Más información en:  
[www.solener.info](http://www.solener.info)  
Tfno: 91 505 00 62  
[solener@solener.com](mailto:solener@solener.com)  
Av. Real de Pinto 146  
28021 - Madrid - ESPAÑA

Síguenos:





en 2000 al 27,8% en 2014. Al mismo tiempo, la producción de electricidad fotovoltaica paso de 60 GWh en 2000 a 34.930 GWh en 2014, y representa ahora el 21,7% de la producción de electricidad renovable en el país (estimada en 160,6 TWh).

La nueva ley EEG, aplicable desde el 1 de agosto de 2014, ha llevado a muchos cambios en el sistema de incentivos alemán. Desde de esa fecha, sólo las pequeñas instalaciones con una potencia instalada inferior o igual a 500 kW siguen siendo elegidas para el sistema de tarifas de compra garantizada. A partir del 1 de enero de 2016, ya no se concertaran más que las instalaciones de una potencia inferior o igual a 100 kW. La disminución progresiva de tarifas de compra se convierte en tarifas mensuales que se ajustan cada tres meses en función de los niveles de instalación. Cuando la potencia instalada se encuentra en el segmento de la energía fotovoltaica entre 2.400 y 2.600 MW por año, la reducción mensual es de 0,5%. Si el ritmo de instalación es superior al de el objetivo, la reducción progresiva puede variar del 1 al 2,8%. Si el objetivo no es alcanzado, la reducción progresiva puede variar del 0,25% al 0%. Sólo en el caso donde la potencia instalada es inferior a 1.400 MWp, la tasa de compra sera revaluada hasta el 1,5%. Bajo esta regla, los tres primeros meses de 2015, la tasa de reducción mensual de la tarifa de compra fue de 0,25%, lo que indica que los resultados del objetivo han estado por debajo de la meta de destino en el primer trimestre del año. Por lo tanto, al 1 de marzo de 2015, el precio de compra fue de entre 8,65 c€/kWh para las pequeñas instalaciones en suelo (menos o igual a 500 kW), y

País	2013			2014		
	Conectada	No conectada	Total	Conectada	No conectada	Total
Alemania	36.337,0	65,0	36.402,0	38.236,0	65,0	38.301,0
Italia	18,053,0	12,0	18.065,0	18.437,0	13,0	18.450,0
Francia	4.614,3	10,7	4.625,0	5.889,2	10,8	5.600,0
Reino Unido	2.780,0	2,3	2.782,3	5.228,0	2,3	5.230,3
España	4.740,8	25,2	4.766,0	4.761,8	25,5	4.787,3
Bélgica	3.039,9	0,1	3.040,0	3.105,2	0,1	3.105,3
Grecia	2.578,8	7,0	2.585,8	2.595,8	7,0	2.602,8
Rep.Checa	2.063,5	0,4	2.063,9	2.060,6	0,4	2.061,0
Rumania	1.022,0	0,0	1.022,0	1.292,6	0,0	1.292,6
Holanda	734,0	5,0	739,0	1.095,0	5,0	1.100,0
Bulgaria	1.018,5	0,7	1.019,2	1.019,7	0,7	1.020,4
Austria	626,0	4,5	630,5	766,0	4,5	770,5
Dinamarca	571,0	1,4	572,4	600,0	1,5	601,5
Eslovaquia	588,0	0,1	588,1	590,0	0,1	590,1
Portugal	299,0	3,8	302,8	414,0	5,0	419,0
Eslovenia	248,1	0,1	248,2	255,9	0,1	256,0
Luxemburgo	95,0	0,0	95,0	110,0	0,0	110,0
Suecia	34,8	8,4	43,2	69,9	9,5	79,4
Lituania	68,0	0,1	68,1	68,0	0,1	68,1
Chipre	33,9	0,8	34,8	63,6	1,1	64,8
Malta	28,2	0,0	28,2	54,2	0,0	54,2
Hungría	34,3	0,6	34,9	37,5	0,7	38,2
Croacia	19,5	0,5	20,0	33,5	0,7	34,2
Polonia	1,8	2,4	4,2	21,5	2,9	24,4
Finlandia	0,2	10,0	10,2	0,2	10,0	10,2
Letonia	1,5	0,0	1,5	1,5	0,0	1,5
Irlanda	0,2	0,9	1,1	0,2	0,9	1,1
Estonia	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
U.E.	79.631,3	162,2	79.793,5	86.506,8	167,1	86.673,9

Tabla 5.- Capacidad fotovoltaica acumulada en los países de la UE en 2013 y 2014\* (en MWp).  
\*Estimación. Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

de 12,5 c€/kWh para los sistemas en techo inferiores a 10 kWp.

Además, el sistema de venta directa sobre el mercado más la prima de compra, que antes era opcional (después del 1 de enero de 2012), se convierte en obligatoria. En el sistema de venta directa, el precio de la electricidad en el mercado EPEX Spot se añade una prima que compensa el "déficit" del productor. El montante de la prima corresponde a la diferencia entre el precio promedio mensual de la electricidad en el mercado y una tarifa de compra de referencia definida por la Ley EEG. La prima de mercado también incluye una prima de gestión (fijada en 0,4 c€/kWh para la fotovoltaica), que corresponde a

una la compensación de riesgos y costos a la venta directa.

El 1 de enero de 2017, a más tardar, el nivel de apoyo a las energías renovables se definirá en el marco de parte de la oferta. Una primera licitación de oferta piloto para una capacidad instalada de 150 MW para las centrales en tierra se lanzó en marzo de 2015 y terminó en abril de 2015. Se presentaron 170 ofertas, por lo que obviamente, traspasaron los 150 MWp planeados. La Agencia federal de la red eléctrica verificará la admisión y anunciará la próxima convocatoria de licitaciones para el mes de agosto de 2015. Para 2016, las ofertas se reducirán a 400 MW y a 300 MW en 2017.



Otro punto específico en el mercado, la gran mayoría de productores de sistemas fotovoltaicos de potencia inferior al megavatio autoconsume una parte de su producción. El costo de la electricidad autoconsumida en Alemania esta muy por debajo del precio de compra de electricidad en la red. En 2013, según los datos publicados por la consultoría energética R2B, en el conjunto de las instalaciones de autoconsumo una parte de su producción esta en constante aumento. Esto a sido posible gracias al 95% de las instalaciones de menos de 10 kWp, el 85% a los sistemas de 10 a 40 kWp, el 70% de las instalaciones entre el 40 kWp y 1 MW, esta cifra cae al 2% para las instalaciones de más de 1 MWp. El porcentaje de autoconsumo es relativamente estable desde 2011. Es, en 2013, de alrededor del 27% para las instalaciones de hasta 40 kWp. Se eleva al 38% para instalaciones de 40 kWp hasta 1 MW y es del 20% para sistemas de más de 1 MWp.

### 1,2% de electricidad solar en Francia

En Francia, si tenemos en cuenta que el indicador incluye la obligación de los contratos de compra (no incluyendo el indicador conexiones), la potencia instalada (excluyendo los territorios de ultramar) debe situarse según EurObserv'ER en alrededor de 5.600 MW a finales de 2014, en contra de los 4.625 MW en 2013, una diferencia de potencia conectada ligeramente por debajo del GW. Esta reanudación del crecimiento del mercado sigue a los años de crecimiento en 2012 y 2013, años consecutivos después de la aplicación de la moratoria en diciembre de 2010. El nivel de instalación de 2014 sigue siendo inferior a la de 2011 (1.773 MW) y 2012 (1.150 MW). En el términos de

País	2013	2014
Alemania	31.010,0	34.930,0
Italia	21.588,6	23.299,0
España	8.297,0	8.211,0
Francia	4.660,6	5.500,0
Reino Unido	2.035,6	3.931,0
Gracia	3.648,0	3.856,0
Bélgica	2.640,0	2.768,0
Rep.Checa	2.032,6	2.121,7
Rumania	420,0	1.355,2
Bulgaria	1.361,0	1.244,5
Holanda	516,0	800,0
Austria	582,2	766,0
Portugal	479,0	631,0
Eslovaquia	588,0	590,0
Dinamarca	517,5	557,0
Eslovenia	219,5	244,6
Luxemburgo	74,0	120,0
Chipre	56,0	104,0
Lituania	45,0	73,0
Suecia	35,0	71,5
Malta	31,0	57,8
Croacia	11,3	35,3
Hungría	25,0	26,8
Polonia	4,0	19,2
Finlandia	5,9	5,9
Irlanda	0,7	0,7
Estonia	0,6	0,6
Letonia	0,0	0,0
U.E.	80.884,0	91.319,7

Tabla 6.- Producción eléctrica de origen fotovoltaico en la UE en 2013 y 2014\* (en GWh).

\*Estimación. Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

producción, la energía solar fotovoltaica representa ahora el 1,2% de la producción nacional (0,9% en 2013), o 5,5 TWh producidos en 2014.

En Francia, para las pequeñas instalaciones, el precio de compra sigue siendo la principal herramienta de incentivo. Se registra todos los trimestres en función del volumen de las solicitudes de conexión durante el trimestre anterior. La tarifa es registrada también en función del grado de integración de los paneles fotovoltaicos en la vivienda y de la potencia de la instalación. Entre el 1 de enero y el 31 de marzo de 2015, la tarifa era de 26,55 c€/kWh para instalaciones de una potencia hasta 9 kWp para la integración en vivien-

das. Para los sistemas marco de integración simplificada fue de 13,47 c€/kWh para potencias hasta 36 kWp, y de 12,79 c€/kWh para los sistemas entre 36 y 100 kWp. Por encima de 100 kWp, el mecanismo de apoyo se basa en las ofertas como la tarifa de alimentación, siendo el precio de compra demasiado bajo (0,0662 €/kWh). El mecanismo de apoyo para instalaciones fotovoltaicas grandes en tejado >250 kWp (más de 2.500 m<sup>2</sup> de paneles) y plantas en suelo es mediante subastas ordinarias e implica una especificación estándar, elaborada con empresas del sector que imponen requisitos más estrictos ambientales e industriales. La tercera y más reciente licitación de este tipo fue lanzada en noviembre de 2014, con la instalación de 400 MW (150 MW instalaciones en viviendas, 200 MW para la instalación de plantas en suelo y 50 MW para estructuras de aparcamientos). La fecha límite para las ofertas fue el 1 de junio de 2015. Para las instalaciones donde la potencia esta comprendida entre 100 y 250 kWp, el procedimiento de licitación se simplifica, aquí se garantiza una respuesta más rápida a los portadores de proyectos, con el fin de evitar cualquier fenómeno de especulación en el segmento en cuestión. Una tercera licitación de este tipo fue lanzado en marzo de 2015, cubriendo 120 MW de potencia, repartida en tres períodos consecutivos de licitación para una capacidad de 40 MW cada uno y con una duración de 4 meses. La fecha límite para presentar ofertas por el primer período es el 21 de septiembre de 2015.

Para las empresas del sector, estas ofertas son importantes, pero insuficientes para restaurar una dinámica de desarrollo sostenible del sector.



Arnaud Mine, presidente de SER-Soler (la filial de energía solar de la Syndicat des énergies renouvelables) sigue siendo muy crítico con la utilización actual de los procedimientos de licitación. Entrevistado por la revista Plein Soleil en febrero pasado, dio su opinión sobre el tema: *"Vivimos con la presentación de ofertas una moratoria encubierta. La convocatoria de grandes ofertas ahora aquí, luego allí, sin programación y sin visión del termino medio, con volúmenes insuficientes y múltiples retrasos"*.

#### Reducción retroactiva de tarifas en Italia

Según datos provisionales del GSE (Servicio de Gestión de la Energía), Italia ha instalado 385 MW en 2014, con lo que el poder acumulado del parque fotovoltaico Italiano es de 18.450 MW. El mercado, que alcanzó un pico en la instalación en 2011 con 9.303 MW, ha desacelerado desde entonces. Había llegado a 3.017 MW en 2.012 y 1.365 MW en 2013. La disminución drástica de el mercado italiano se explica por la falta de financiación de el último programa "Conto Energia", desde entonces, los inversores no reclaman ninguna licitación ya que no existe ningún incentivo a la producción. Este límite, que es la cantidad máxima que puede ser distribuida cada año desde que comenzó el programa en 2005, se fijó en el "Quinto Conto Energia", en 6.700 millones de euros. Finalmente, de acuerdo con los datos finales de GSE (la Contatore Fotovoltaico), los cinco programas sucesivos de Conto Energia habrían permitido líneas de financiación de 531.542 instalaciones que representan una potencia acumulada de 18.216,6 MW. Sin embargo, es difícil hablar de éxito en lo que respecta al programa italiano porque el país

a financiado a un precio muy alto el desarrollo de su sector. De hecho, si comparamos la producción de electricidad de 2014 (23,3 TWh según datos preliminares de Terna) el costo anual del programa, cada kilovatio hora de la electricidad solar ha sido financiado en 28,8 c€. Esta cifra puede parecer alta cuando el costo de producción por kilovatio hora en plantas en suelo en el sur del país es hoy inferior a de 10 c€/kWh, a sabiendas de que el programa "Conto Energia" benefició principalmente a plantas de alta potencia.

Para reducir el costo de este programa, el gobierno italiano decidió el verano pasado reducir los precios de compra de manera retroactiva, a partir de el 1 de enero de 2015. La nueva ley establece que los propietarios de sistemas de más de 200 kW, dispongan de una tarifa de compra garantizada durante 20 años a través del mecanismo "Conto Energia", pudiendo elegir entre tres soluciones. La primera es una reducción inmediata de entre un 5 y un 9% (cuanto mayor sea el sistema, más significativo es el descenso). La segunda solución es una prolongación del periodo de garantía de tarifa de 20 a 24 años, a cambio de una re-

ducción de tarifa de entre un 17 a 25%. La última opción consiste en un cambio de escala con un período inicial en el que el precio se reduce y un segundo donde es aumentado. De acuerdo al gobierno, esta disminución retroactiva de tarifas afectarán sólo al 6% de los propietarios de centrales, que reciben en total mas del 60% de las subvenciones a la producción. El gobierno italiano cree que la ley permitirá un ahorro para los consumidores de electricidad de alrededor de 1.500 millones de euros en 2015. Paralelamente, la ley introdujo un impuesto del 5% sobre la producción de electricidad de autoconsumo. Italia es el país que otorga la plaza más grande de la electricidad solar en su mix eléctrico, con una cuota estimada de el 7,5% en 2014.

#### LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA CADA VEZ MÁS PODEROSA

El auge del mercado mundial fotovoltaico en 2014 viene lógicamente traducido en un aumento de la producción de células y módulos de los líderes mundiales. En el nuevo ranking mundial, los actores chinos siguen ocupando lugares de honor al monopolizar, según EurObserv'ER,

Empresa	País	Localización líneas de producción	Producción módulos en 2014 (MWp)
Trina Solar	China	China	3.660
Yingli Green Energy	China	China	3.361
Canadian Solar	Canada, China	Canada, China	3.105
Jinko Solar	China	China	2.944
JA Solar	China	China	2.407
Renesola	China	Polonia, Sudáfrica, India, Malasia, Corea del Sur, Turquía, Japón	1.970
Sharp Corporation	Japón	Japón, EE.UU.	1.900
Motech	Taiwan	Taiwan, China, Japón, EE.UU.	1.632
First Solar	EE.UU.	Malasia, EE.UU.	1.500
Sun Power	EE.UU.	EE.UU. Filipinas	1.254

Tabla 7.- Principales fabricantes de módulos fotovoltaicos en 2014 (en MWp).  
Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

los seis primeros lugares (tabla 7). Entre los diez principales fabricantes de módulos, se encuentran también la empresa japonesa Sharp Corporation, una empresa de Taiwán (Motech) y dos empresas americanas (First Solar y SunPower).

La situación financiera de las principales empresas mejoró en 2014, relacionada con una importante demanda del mercado mundial y una reducción del ritmo de bajada del precio de venta de los módulos. La reducción de costes de producción de módulos superior a la bajada de los precios de los módulos en el mercado, a permitido a algunas empresas ganar en rentabilidad.

Otra tendencia que se confirmó, con el fin de diversificar sus fuentes de

Empresa	País	Capacidad instalada (MW)	Empleados
Juwi AG/MWV Energie AG	Alemania	2.500	1.540
Belectric	Alemania	1.500	1.600
Abengoa	España	1.223	24.750*
Enerparc	Alemania	1.200	n.a.
Saferay	Alemania	747	n.a.
EDF Energies Nouvelles	Francia	705	3.050
Martifer	Portugal	560	3.000
Activ Solar	Austria	524	n.a.
GP Joule	Alemania	434	n.a.
Elecnor/Enerfin	España	250	13.000*

Tabla 8.- Principales desarrolladores de proyectos europeos a escala comercial en 2014.

Las grandes empresas de energía y los principales fabricantes (como First Solar, Yingli...) debido a su tamaño y capacidad de reunir capital también pueden planificar, construir, poseer u operar proyectos renovables y carteras energéticas. Esta no es una tabla de clasificación, pero muestra una vista representativa en el mercado fotovoltaico europeo especializada en desarrolladores de proyectos (EPC).

Fuente: EurObserv'ER 2015 (basado en la base de datos Wiki-Solar desarrollador del proyecto y información de la empresa actualizada).

remuneración, cada vez más fabricantes no se contentan solo con vender sus módulos, involucrandose en el desarrollo de los proyectos, ya sea vía terceros a través de contratos

EPC (ingeniería, aprovisionamiento y construcción) o por cuenta propia. Finalmente, algunas empresas se han interesado por la innovación en la ingeniería financiera, especialmen-

## Líderes mundiales en protección M.T. para Energías Renovables

# Renewable Solutions



**CBGS**  
Celdas de potencia M.T. para subestaciones



**DVCAS**  
Celdas de 36/38kV para centros de transformación



**Seccionadores A.T.**  
hasta 420kV



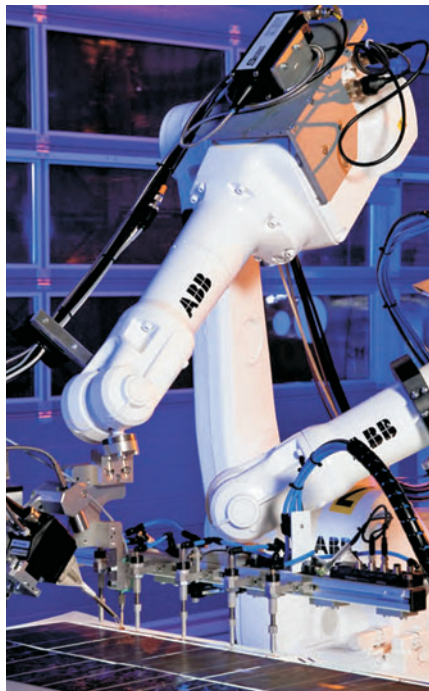
**www.mesa.es**

Manufacturas Eléctricas S.A.U.  
Pol. Industrial Trobika - Martintxone Bidea, 4 • 48100 Mungia - Vizcaya - Spain  
Tel. (+34) 94 615 91 00 • Fax (+34) 94 615 91 10  
info@mesa.es



te a través de la creación de “vehículos” financieros, de tipo “Yieldco” como un nuevo motor de crecimiento de sus negocios y la monetización de sus activos. Un “Yieldco” es una sociedad cotizada en bolsa, cuyas acciones son negociadas en mercados. Los dividendos son usados de nuevo para la cartera de activos, constituida por centrales solares en operación. La ventaja de este tipo de inversión es que elimina el riesgo inherente al desarrollo de proyectos de plantas de energía. Otra innovación financiera “leasing”, donde SunPower ya ha comenzado en 2014 mediante la creación de un fondo de inversión de 250 millones de dólares. El principio de este sistema es contratar una instalación fotovoltaica (leasing) a propietarios individuales por un precio inferior al de factura de electricidad. Los propietarios pueden entonces beneficiarse inmediatamente de la energía solar sin tener que asumir el coste de la inversión inicial. El “leasing”, así como otras formas de financiación a terceros, se convirtió en la principal forma el desarrollo de la energía fotovoltaica en el sector residencial en los Estados Unidos.

**Trina Solar, nuevo número uno mundial**  
En 2014, es el fabricante chino Trina Solar quien ha asumido el título de primer fabricante mundial de módulos. De acuerdo a su informe financiero anual 2014, Trina Solar habría entregado el año pasado aproximadamente 3,66 GW de módulos (3,34 GW comercializados en el mercado y 324 MW de proyectos internos de la empresa). El fabricante ha aumentado sus entregas en 2014 en un 41,9%, en comparación con los 2,58 GW de 2013. Las ventas netas lógicamente aumentaron en un 28,8% en comparación a 2013 para llegar a



2.290 millones de dólares en 2014. Según el fabricante, este marcado aumento está en relación con una fuerte demanda en los mercados de China, Japón y Estados Unidos, en los que Trina Solar esta particularmente bien posicionada.

Es importante destacar que estos buenos resultados han permitido a Trina Solar renovar su rentabilidad. De acuerdo con su informe financiero de 2014, el beneficio neto resultó positivo con 61,3 millones de dólares, en comparación con una pérdida neta de 72,2 millones de dólares en 2013. Trina Solar sigue siendo muy optimista sobre el futuro y espera ser capaz de seguir aumentando sus ganancias trimestre tras trimestre. Este retorno a la rentabilidad se debe, según Trina Solar, por su capacidad para mitigar la tendencia a la baja del precio de venta medio de los módulos sin comprometer la calidad de producción. La empresa igualmente espera ampliar su cartera con proyectos en China, el Reino Unido y particularmente en Japón.

**Yingly hacia la recuperación**

La situación de Yingly Solar, que le proporcionó liderazgo mundial en 2012 y 2013, es algo menos favorable. La compañía china, que vio volar la primera plaza, considera que ha consolidado su volumen de negocio. En su informe financiero de 2014, la empresa anunció que había entregado 3.361,3 MW en 2014 (incluyendo 260,3 MW de proyectos propios) apenas un poco más que en 2013 (3.234,3 MW). El ingreso neto fue ligeramente inferior y paso de 2.162 millones de dólares en 2013 a 2.083,5 millones de dólares en 2014. La disminución de los ingresos se debe, según Yingly, a una disminución en el precio de venta de los módulos. A diferencia de Trina Solar, Yingly aún no ha logrado volver a conectarse a la rentabilidad en 2014. La empresa anunció una pérdida neta de 209,5 millones de dólares contra una pérdida neta de 313,4 millones de dólares en 2013. Para 2015, el presidente de la empresa china sigue confiando en las perspectivas de crecimiento del mercado mundial, sobre todo después del anuncio de su gobierno en marzo de fijar un objetivo de instalación de 17,8 GW para el año en curso.

La empresa espera un aumento de las entregas en este año de un volumen de entre 3,6 y 3,9 GW (incluyendo la entrega de 400 a 600 MW para sus propios proyectos).

**La rentabilidad de Canadian Solar en alza**

Según nuestra clasificación, la chino-canadiense Canadian Solar se espera que continúe en 2.014 en el tercer escalón del podio. La empresa anunció la entrega de 3.105 MW el año pasado, pero especifica que sólo 2.813 MW han sido reconocidos en su facturación en 2014 (contra 1,9 GW en ingresos en 2013). El número



Bornay 

LA ENERGÍA QUE VIENE

# LUZ VERDE PARA CAMBIAR TU MUNDO

¿Alguna vez pensaste que tu casa podría abastecerse por sí sola?  
¿Que el café de la mañana lo calentara el viento o que tu conexión  
a Internet fuera posible gracias al Sol?

Nosotros sí. Y ahora la ley lo permite. Por ello, ya puedes instalar  
aerogeneradores y paneles solares con conexión a la red eléctrica.

Renuévate y cambia la energía de tu mundo con Bornay.



DESDE 1970  
APORTANDO  
SOLUCIONES  
AL MUNDO DE  
LAS ENERGÍAS  
RENOVABLES

Aerogeneradores y fotovoltaica | +34 96 556 00 25

[www.bornay.com](http://www.bornay.com)



de ventas netas de la compañía fue en aumento y pasa de 1.650 millones de dólares a 2.960 millones en 2014. La rentabilidad empresarial esta también en fuerte subida, y pasa de 31,7 millones a 239,5 millones de dólares en 2014. Para 2015, se espera que el fabricante tenga un aumento en las ventas con una entrega prevista de entre 4 y 4,3 GW. La venta de módulos a terceros se estima entre 3.300 y 3.500 MW, la venta de proyectos propios (incluyendo proyectos EPC) es de entre 235 y 275 MW, y entre 460 y 490 MW los proyectos que serán financiados por los propia compañía como parte de un posible lanzamiento de un "Yieldco", los términos están todavía por determinar. En febrero de 2015, Canadian Solar anunció también que había firmado un acuerdo definitivo con Sharp Corporation para adquirir Recurrent Energy, un desarrollador de proyectos solares norteamericano, por un montante de 265 millones de dólares. Una vez completado, esta adquisición permitirá el aumento de su cartera de proyectos de inversión en unos 4 GW, con unas ventas potenciales de casi 3.200 millones de dólares. A ello se sumarán los 4,5 GW en proyectos de inversiones ya en manos de Canadian Solar.

#### First Solar y Sunpower:

##### lanzamiento de un "Yieldco" en común

First Solar es la primera empresa estadounidense en este ranking, con la entrega de alrededor de 1,5 GW en 2014 (la producción estimada es de 1.846 MW en 2014). Su informe financiero muestra que la compañía alcanzó un volumen de ventas ligeramente mayor que en 2013 (+2,5%), con una facturación neta de 3.392 millones de dólares en 2014, frente a los 3.309 millones de dólares en

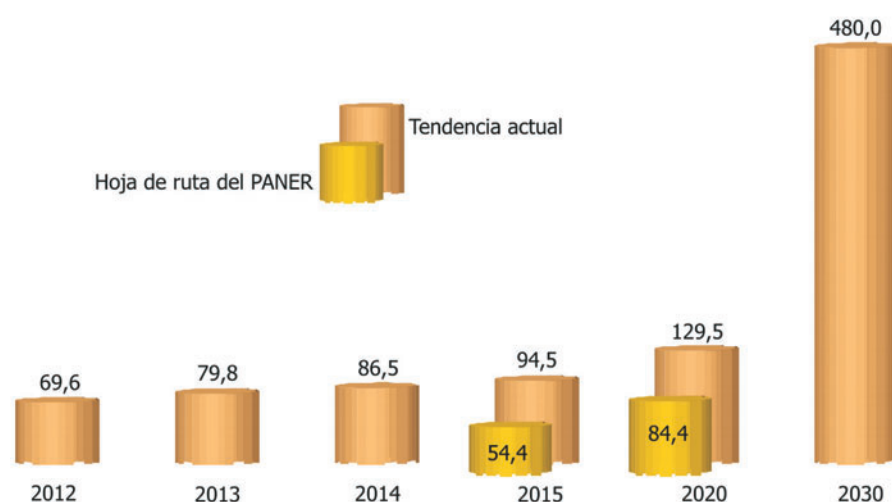


Gráfico 1.- Comparativa de la tendencia actual frente a la hoja de ruta de los Planes de Acción Nacional (PANER) (en GWp). Fuente: Eur'Observ'ER 2015.

2013. El beneficio neto también aumenta, y pasa de 353 millones de dólares en 2013 a 396 millones en 2014. El volumen de ventas fue, sin embargo, menos de lo esperado, la empresa tenía previstos entre 3.600 y 3.900 millones de dólares en 2014. First Solar también afirma recibió 2,5 GW de nuevos pedidos en 2014, con lo que su reserva de proyectos acumulados es de 13,5 GW. Este especialista mundial de módulos de teluro de cadmio también anunció a principios de este año que TetraSun, su nueva unidad de producción de células y de módulos de silicio cristalino, comenzó la producción. La unidad, que tiene una capacidad de 100 MW, ya es capaz de producir módulos con una eficiencia del 20,5%.

SunPower, el segundo mayor fabricante de módulos americanos (propiedad en un 60% del grupo francés Total), especializada en los módulos de gama alta, anunció que había entregado 1.254 MW oficialmente reconocidos en sus cifras de facturación. Superó los 3.000 millones de dólares en 2014 (3.027 millones de dólares) frente a los 2.507 millones en 2013. El beneficio neto de la compañía también tuvo fuerte aumento, paso

de 95,6 millones de dólares en 2013 a 245,8 millones en 2014.

Estos dos fabricantes estadounidenses, aunque como rivales en el mercado mundial, anunciaron el 10 de marzo 2015 que estaban tomando los pasos legales para crear un empresa financiera conjunta (50% cada uno) tipo "Yieldco". En esta sociedad, con el nombre de "8point3 Energy Partners", los dos fabricantes pondrán en común los activos seleccionados en sus carteras respectivas de plantas de energía solar. Esta sociedad recaudará fondos para desarrollar nuevos proyectos. El número de acciones y el precio publico inicial de esa compañía (aún sujeta a autorización), que se embarcará en el Nasdaq, aún no se han determinado. El establecimiento del "Yieldco" constituido por activos solares de este tipo no es una novedad en los Estados Unidos. En julio de 2014, el desarrollador estadounidense Sun Edison había logrado recaudar 600 millones de dólares de fondo, y NextEra 450 millones de dólares en junio de 2014, de la misma manera.

#### UN MERCADO MÁS ESTABLE PARA 2020

El mercado fotovoltaico de la Unión

Europea lleva tres años de descenso, limitado por las políticas públicas ansiosas por recuperar el control de su sector, y para sanar las heridas "financieras" relacionadas con el mercado fuera de control a principios de la década. La cuestión es saber cuándo los políticos nacionales estarán realmente preparados para relanzar sus industrias con unas bases más fuertes, con el telón de fondo de una verdadera visión del futuro de los sistemas energéticos nacionales y europeos.

Esta visión es lo que busca poner en práctica la Comisión Europea a través de su gran proyecto presentado el 25 de febrero de 2015: la unión europea de la energía. Esta "Unión de la Energía" no es una reminiscencia de la creación de la CECA (Comunidad Europea del Carbón y el Acero) en 1951, una época en la que Europa se construye sobre la gestión del carbón común. Este nuevo proyecto de unión quiere ser más sostenible de acuerdo con la realidad geopolítica actual de la Unión Europea. Su objetivo primero es reducir la dependencia energética de los 28 estados miembros, en particular los dependientes del gas ruso, las tensiones geopolíticas con Rusia son una clara amenaza para el suministro energético de la Unión Europea. Igualmente tiene por objetivo establecer una transición verdadera de la economía energética europea con bajas emisiones de carbono, respetuosa con el clima, y ofreciendo la energía más asequible y competitiva posible. De acuerdo con el comunicado de prensa de la Comisión Europea, la unión energética se basa en los siguientes principios. Implica una cláusula de solidaridad, la reducción de la dependencia de los proveedores nacionales, en particular en caso de interrupción del suministro y el libre flujo de la energía, lo que implica para el mercado de electricidad el establecimiento de un mercado más interconectado, más abierto a las energías renovables. Esta libre circulación tiene como objetivo revisar las políticas de subsidios estatales en su mercado interior y eliminar subsidios a las energías nocivas con el medio ambiente (incluidas las subvenciones a los combustibles fósiles). La unión energética también da una prioridad a la eficiencia energética y la transición a una sociedad de baja intensidad de carbono de una manera sostenible. Este último punto requiere una aptitud de la red de energía para absorber fácil y eficazmente la energía producida a nivel local, incluyendo la producción de fuentes de energía renovable.

La cuestión es: esto se pide a la Unión Europea, sin embargo, no está claramente asentado en ciertos países miembros. Algunos gobiernos consideran la energía como un do-



# EU PVSEC 2015

## European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition

**The Innovation Platform for  
the global PV Solar Sector**



**CCH - Congress Center Hamburg  
Hamburg, Germany**

**Conference 14 - 18 September 2015  
Exhibition 15 - 17 September 2015**

**[www.photovoltaic-conference.com](http://www.photovoltaic-conference.com)  
[www.photovoltaic-exhibition.com](http://www.photovoltaic-exhibition.com)**



minio demasiado estratégico como para confiar este área al ejecutivo comunitario. Los gobiernos también sufren la presión de sus agentes nacionales (de los cuales son ellos mismos más a menudo accionistas), que defienden sus propios intereses económicos.

Otra línea de trabajo que pudiera ver un día la unión energética sería una mejor distribución a escala europea de la inversión de sus miembros, para optimizar la mezcla de electricidad directamente a través de la Unión Europea. Para la energía solar fotovoltaica, esto implicaría ser la favorita para su desarrollo en los países de sur de Europa, donde la electricidad solar es la mejor del mercado. Esta posibilidad de cooperación entre los estados miembros ya existe en el marco de la Directiva de Energía Renovable actual (artículo 9), pero ahora es muy poco utilizada.

Más allá de las declaraciones de buenas intenciones de algunos grandes países, el renacimiento del mercado de las energías renovables sólo puede pasar a través de la reestructuración del sistema actual, y la aplicación de los marcos jurídicos y legislativos que facilitan la integración de las energías renovables en el mix eléctrico. Esta integración debe tanto llevarse a cabo en el ámbito local (producción local y autoconsumo) como a través de la introducción de las redes inteligentes, y a nivel europeo con el establecimiento de la infraestructura para facilitar los intercambios de electricidad verde con nuestros vecinos. La acción o inacción en estas áreas serán el verdadero barómetro de la transición energética.

Está claro que en el año 2015, el efecto de el cambio esta todavía en el lado de los partidarios de el crecimiento más lento de la energía renovable. En materia de energía solar

fotovoltaica, la ambición principal legislativa de algunos estados miembros es la aplicación de medidas retroactivas en su sistema de apoyo a la producción para reducir el precio de su factura de electricidad. Es ya el caso de España, Italia y en ciertos países de Europa Central, como en la República Checa, o el ajuste de impuestos en la instalaciones de autoconsumo. La generalización y banalización de estas medidas podría ser duradera y obstaculizar la recuperación del mercado solar europeo. La fijación de un marco jurídico que defina la evolución del autoconsumo establecerá la ralentización de la unión energética mucho más tiempo. Por estas razones, EurObserv'ER de nuevo tuvo que revisar a la baja sus proyecciones para la energía fotovoltaica acumulada en 2020. El hecho de que la Unión Europea ha superado en 2014, y con seis años de antelación, los objetivos de los planes nacionales de energía acumulada renovable pueden parecer triviales (gráfico 1), todos los países habían subestimado el potencial de la electricidad solar durante su desarrollo en 2009 y 2010.

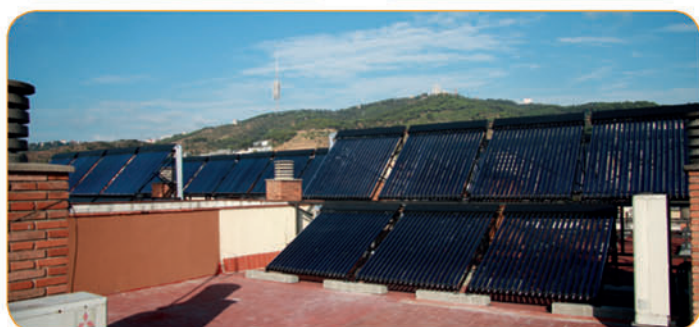
Sin embargo, en base a las previsiones de crecimiento principales de los mercados de la Unión Europea, 2015 debería marcar el final de la disminución hemorrágica del mercado en la UE. Según EurObserv'ER, el crecimiento debería incluso ser positivo y estar alrededor de 8 GW, para poder tener un volumen de instalación anual relativamente estable. Este motor de crecimiento sigue siendo frágil. Se basa en gran parte en el dinámico mercado del Reino Unido, una ligera recuperación del mercado alemán en línea con los objetivos del país, el mantenimiento del mercado francés de 1 GW, y una moderada recupera-

ción del mercado italiano (también alrededor del gigavatio) impulsado por la introducción de la nueva legislación que regula el autoconsumo y se coloca en el mercado de los sistemas de almacenamiento de electricidad. En adelante, otro motor de crecimiento podría facilitar la recuperación del mercado europeo. Es el establecimiento para los clientes de nuevos modelos de financiación<sup>(1)</sup>, tales como el realizado por terceros (sistema de "leasing") que es actualmente el principal vector de crecimiento en el desarrollo del mercado solar en los EE.UU.. Estos modelos podrían ser llevados en parte por las compañías de electricidad, siempre que tengan hecho su duelo del pasado y hacer la elección para apoyar el desarrollo de esta transición de energía.

## REFERENCIAS

(1) "PV Financing" es un proyecto europeo que viene a iniciar y desarrollar nuevos modelos de negocios en la fotovoltaica, para ayudar a la industria a seguir creciendo en la tasa de compra. Más información en [www.pv-financing.eu](http://www.pv-financing.eu)

Este barómetro ha sido elaborado por Observ'ER en el ámbito del Proyecto "EurObserv'ER" que agrupa Observ'ER (FR), ECN (NL), Institute for Renewable Energy (EC BREC I.E.O, PL), Jozef Stefan Institute (SL), Renac (DE) y EA Energy Analyses (DK). La responsabilidad por el contenido de esta publicación corresponde exclusivamente a sus autores. No representan la opinión de las Comunidades Europeas. La Comisión Europea no podrá ser considerada responsable de cualquier uso que pueda hacerse de la información publicada. Esta actividad se beneficia del apoyo económico de Ademe, el programa europeo "the Intelligent Energy" y de Caisse des dépôts. Traducción Era Solar©.



## SOLAR THERMAL IN MAJOR RENOVATIONS AND PROTECTED URBAN AREAS



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

[www.urbansolplus.eu](http://www.urbansolplus.eu)





## Investigación en concentración solar

# Panorama de la termoquímica solar en España

José Gonzalez Aguilar, Manuel Romero, Alfonso Vidal

La termoquímica solar se interesa en el uso de la energía solar concentrada en aplicaciones químicas. En la actualidad, se focaliza en la producción de productos químicos de alto valor añadido; tal es el caso de la síntesis de portadores de energía, como el hidrógeno. Desarrollar un proceso con una elevada eficiencia de conversión contribuiría a la descarbonización del transporte y a la producción de combustibles menos contaminantes.

España no es ajena a la investigación en este campo. Durante el último lustro varias importantes iniciativas sobre producción de combustibles solares empleando ciclos termoquímicos, gasificación y reformado solar, electrolisis de vapor a alta temperatura y almacenamiento termoquímico han visto la luz. De hecho, el legado en termoquímica solar se remonta a la década de los 90 gracias a los dispositivos experimentales únicos que al día de hoy cubre un amplio rango de potencias y densidades de flujo de radiación luminosa; desde los simuladores solares de alto flujo de baja y media potencia, pasando por los concentradores de foco puntual como hornos solares y sistemas de receptor central. Los últimos permiten cubrir la escala del MW térmico. Las actividades de investigación desarrolladas cubren desde aspectos fundamentales en el estudio de las cinéticas y caracterización de materiales hasta el análisis de integración de las futuras plantas solares termoquímicas. Las iniciativas europeas probablemente más representativas en cuanto a producción de hidrógeno empleando concentración solar son el proyecto europeo HYDROSOL-Plant (750 kW térmicos) y el español SOLH2 (200 kW térmicos).

El mix energético nacional español ha sufrido una importante diversificación en las últimas dos décadas siguiendo los objetivos de la Unión Europea. Actualmente la penetración de las energías renovables en la generación eléctrica total ha excedido el 40%<sup>[1]</sup>. El crecimiento ha sido particularmente importante en solar y eólico, que representaron el 28% de la producción eléctrica total en 2014. La solar termoeléctrica ya posee un papel significativo con una potencia total instalada de 2.300 MW y una contribución diaria que supera el 5% durante el período estival.

Además de la producción eléctrica, la generación de calor de proceso, la poligeneración (calor, frío y electricidad) o la desalación, la energía de

concentración solar puede también ser empleada en la síntesis de portadores de energía, también llamados combustibles solares. El hidrógeno obtenido a partir de energía solar contribuiría a la descarbonización del sector del transporte (cuyo consumo se estima al día de hoy en unos 40 millones de toneladas) y de otros sectores de uso final, incorporando hidrógeno en gaseoductos y redes de distribución de gas natural, y sintetizando combustibles más limpios a partir de tecnología Fischer-Tropsch. Este planteamiento, no es ajeno a la directiva europea 2009/28/EC, la cual propone que las energías renovables contribuyan en un 10% en el sector del transporte para todos los estados miembros en

2020. Los combustibles solares también podrían emplearse como combustible de apoyo en centrales solares termoeléctricas contribuyendo a una emisión neta de CO<sub>2</sub> nula. Estos usos son contemplados en varias hojas de ruta relacionadas con la energía y el transporte (por ejemplo, IEA Technology Roadmap Solar Thermal Electricity 2014, EERA CSP Subprogramme Solar Thermochemical Production of Fuels). Este artículo proporciona una descripción de la investigación en termoquímica solar durante el último lustro.

#### RUTAS DE TERMOQUÍMICA SOLAR EXPLORADAS EN ESPAÑA

Históricamente se han propuesto varios métodos para almacenar la ener-

## Sistemas de monotorización y control de instalaciones fotovoltaicas Victron Energy:

- Desde cualquier dispositivo (Smartphone, tablet...)
- A través de WIFI, satélite, GSM...
- Sin cuotas mensuales
- Añada valor a sus instalaciones





gía procedente del Sol en combustibles líquidos o gaseosos, bien indirectamente empleando electricidad de origen solar en electrólisis o co-electrólisis, o bien directamente alcanzando las condiciones de calor y elevada temperatura necesarias para llevar a cabo procesos termoquímicos endotérmicos<sup>[2]</sup>. La descomposición térmica o termólisis del agua o del anhídrido carbónico es una reacción química relativamente sencilla, pero descartada debido a las altas temperaturas necesarias) para alcanzar un grado razonable de disociación (unos 3.000 K para alcanzar un 64% de disociación a 1 bar) y las dificultades técnicas para encontrar materiales capaces de soportar las temperaturas de trabajo y para separar la mezcla hidrógeno/oxígeno (o de monóxido de carbono/hidrógeno), altamente explosiva a alta temperatura. Además, la elevada temperatura origina una significativa pérdida de energía por radiación, penalizando la eficiencia del proceso.

La disociación de la molécula de agua empleando ciclos termoquímicos solventa el problema asociado a la separación de la mezcla hidrógeno/oxígeno y permite operar a temperaturas que aún siendo altas no son tan extremas. Un ciclo termoquímico consiste en una serie de reacciones químicas que realizadas en serie conducen a la disociación del agua en oxígeno e hidrógeno (o la de una mezcla agua/CO<sub>2</sub> en gas de síntesis). Al día de hoy se considera que se trata de la técnica más prometedora para producir industrialmente hidrógeno empleando energía solar concentrada, duplicando la eficiencia del procesos consistente en la síntesis por electrólisis empleando electricidad de origen solar (un método viable ac-

tualmente he incluido en la tecnología PTG, Power-To-Gas).

La combinación de calor y electricidad, ambos de origen solar, en electrolizadores de óxido sólido a alta temperatura también se proponen como una alternativa para la generación de hidrógeno y gas de síntesis. Una eficiencia de conversión de la energía solar en hidrógeno por encima del 20% parece un objetivo razonable. Dicha eficiencia es mayor que la estimada empleando electricidad solar y electrolizadores de vapor a baja temperatura (entorno al 12%).

El uso de procesos solares de alta temperatura también puede aplicarse a la valorización de materiales carbonosos tales como gas natural, biogás, carbones de baja calidad, biomasa o residuos con elevados contenidos en carbono, mediante técnicas de descomposición térmica, reformado o gasificación empleando energía solar concentrada. El rendimiento de conversión solar a combustible podría alcanzar un 55% (incluyendo en el balance el secuestro del carbón) y de un 71% para la descomposición térmica del hidrocarburo y la gasificación de carbón con vapor de agua, respectivamente.

#### PRINCIPALES CENTROS E INSTITUCIONES DE I+D

Pese al escaso número de instituciones de I+D relacionadas con el uso de termoquímica solar, su contribución es bastante significativa. El Centro de Investigaciones Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT) es sin duda la institución con mayor tradición en química solar en España. La contribución de CIEMAT en la investigación sobre combustibles solares se remonta a la década de los 90, participando activamente

en varios proyectos en termoquímica solar (principalmente en reformado, gasificación y producción de hidrógeno), entre los que destacan sus trabajos sobre la valorización de materiales carbonosos de baja calidad y el desarrollo y ensayo de demostradores para probar la viabilidad técnica y económica de producción de hidrógeno por medio de ciclos termoquímicos empleando energía solar concentrada. La singularidad de la plataforma de investigación que CIEMAT posee en Almería (la Plataforma Solar de Almería o PSA) permite el estudio de instalaciones a la escala de demostración pre-comercial ([www.psa.es](http://www.psa.es)).

A nivel regional, uno de los más importantes programas de investigación en termoquímica solar se realiza en el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Energía ([www.energy.imdea.org](http://www.energy.imdea.org)). IMDEA Energía cuenta con varios simuladores solares de alto flujo de radiación (7 y 42 kW) y tiene un programa de investigación propio en termoquímica solar que incluye el almacenamiento de energía, la producción de hidrógeno por ciclos termoquímicos y la valorización de materiales carbonosos empleando radiación solar concentrada.

En lo que se refiere a las universidades, conviene destacar la labor del Grupo de Ingeniería Química y Medioambiental de la Universidad Rey Juan Carlos ([www.urjc.es](http://www.urjc.es)) con su contribución al estudio de la termodinámica y la cinética de ciclos termoquímicos basado en óxidos de manganeso y cerio. Otros centro de indiscutible actividad en la temática de termoquímica solar en España son el CIDAUT ([www.cidaut.es](http://www.cidaut.es)), el Instituto de Catálisis y petroquímica ICP-CSIC ([www.icp.csic.es](http://www.icp.csic.es)) y las compañía Abengoa ([www.abengoa.com](http://www.abengoa.com)).

## PROYECTOS NACIONALES Y REGIONALES

El proyecto nacional SOLH2 es un programa de investigación desarrollado dentro del programa INNPACTO promovido por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación y que reunía a la Universidad de Sevilla, los centros de investigación CIEMAT-PSA e IMDEA Energía y la compañía Abengoa<sup>[3]</sup>.

SOLH2 comenzó en junio de 2011 y finalizó en diciembre de 2014 y se centraba en el desarrollo de tecnologías limpias de producción de hidrógeno solar basadas en la descomposición de agua empleando el ciclo termoquímico de ferritas mixtas en un sistema de receptor central y en el reformado de bioetanol con vapor de agua en discos parabólicos. Dos instalaciones independientes (una para cada ruta de síntesis de hidrógeno) fue diseñada, construida y puesta a punto.

La primera instalación fue montada en el sistema de receptor central SPSS-CRS (Small Solar Power System Central Receiver System) en PSA, una instalación empleada en el ensayo de receptores y reactores solares de entre 200 y 350 kW térmicos. Posee un campo solar de tipo norte compuesto por 91 helióstatos de 40 m<sup>2</sup> de superficie reflectante distribuidos en 16 filas. La torre del SPSS-CRS fue modificada recientemente para albergar tres plataformas de ensayos. El reactor solar de 200 kW térmicos del proyecto SOLH2 se instaló en el segundo nivel, a 28 metros de altura. Se trata de un reactor de cavidad en el que se encontraban unos 80 tubos cerámicos conteniendo las ferritas mixtas de níquel comerciales. Los ensayos de caracterización termo-mecánica y química de un tubo cargado con ferrita se llevaron a cabo en el simulador so-



Figura 1.- Torre SPSS-CRS en CIEMAT-PSA, Almería. Los reactores solares de los proyectos SYNPET, SOLH2 e HYDROSOL se encuentran instalados en las diferentes plataformas de la torre de arriba a abajo, respectivamente. (Fuente: Abengoa).

lar de alto flujo de 42 kW eléctricos en el instituto IMDEA Energía. El montaje de la planta incluyó los servicios auxiliares, alimentación de gas inerte (nitrógeno) y agua, generado-

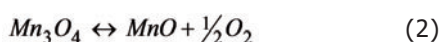
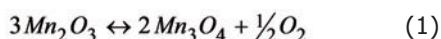
res de vapor y bombas de aire comprimido, alimentación eléctrica y sistema de comunicaciones. Además se actualizó el sistema de control del campo de helióstatos.



La segunda planta piloto se instaló en la plataforma de I+D+I que Abengoa posee en Sanlúcar La Mayor, Sevilla (véase figura 2).

Otras actividades relacionadas con la producción de combustibles solares empleando radiación solar concentrada han sido impulsadas a nivel regional. El programa de investigación SOLGEMAC (Aprovechamiento térmico de la energía solar de manera gestionable, eficiente, modular en sistemas de alta concentración) (2009-2013) financiado por la Comunidad de Madrid, tenía por objeto sentar las bases científicas y tecnológicas que permitan abordar el desarrollo de nuevos sistemas de aprovechamiento térmico y químico de la energía solar concentrada de forma más eficiente, gestionable y modular. Se cubrían diferentes temáticas dirigidas al desarrollo de componentes y sistemas enfocados a la próxima generación de centrales solares termoeléctricas, centrándose en diseños modulares que permitiesen la generación distribuida de electricidad en entornos metropolitanos con bajo impacto medioambiental y elevada capacidad de gestión gracias a dispositivos de almacenamiento térmico y químico.

El consorcio estaba formado por el Instituto IMDEA Energía (coordinador), INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) y el CIEMAT. Las actividades sobre termoquímica solar se centraron en el desarrollo de reactores solares de partículas y en ciclos termoquímicos basados en óxidos de manganeso, ferritas y ceria dopada,  $M_x\text{Ce}_{1-x}\text{O}_2$  (con  $M = \text{Zr, Co, Fe o Mn}$ ). Se analizaron la cinética y las propiedades estructurales de las ferritas comerciales  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ <sup>[4]</sup>, así como la ciclabilidad del ciclo termoquímico del óxido de manganeso a tres etapas<sup>[5]</sup>, y la cinética de las dos reacciones químicas de reducción que tiene lugar en la etapa solar:



Para ello, se realizó el uso combinado de termogravimetría convencional y solar<sup>[6, 7, 8]</sup>. La medida simultánea de la masa de una muestra y del gas de arrastre procedente del instrumento mostró que experimentos de desorción térmica producidas bajo elevados flujos de radiación solar permite

la determinación de la cinética de las reacciones si se garantiza que el comportamiento del reactor solar es de tipo pistón<sup>[7]</sup>. Así se diseñó un reactor específico para el análisis cinético en condiciones solares<sup>[8]</sup>.

El programa regional AlcConEs (acrónimo de Almacenamiento y Conversión de la Energía Solar térmica de concentración) (2014-2017) centra sus objetivos de I+D en el corazón de los sistemas de energía solar térmica de concentración, que es el lazo central de conversión de energía solar a energía térmica y que incluye un medio de gestión de despacho de la energía térmica para su posterior utilización en la generación de electricidad, producción de combustibles u otros productos químicos. En el apartado de las aplicaciones químicas, se amplía el espectro de materiales estudiados para incluir aquellos tipo perovskita  $\text{La}_{1-x}\text{B}_x\text{MO}_3$  ( $\text{B} = \text{Sr, Co, Ca, Cr, M} = \text{Mn, Fe; } x = 0; 0,3; 0,7; 1$ ) y el desarrollo de conceptos de reactores avanzados que permitan aumentar las transferencias de masa y energía.

Aunque las reacciones redox son normalmente empleadas en ciclos termoquímicos para la producción de hidrógeno, también pueden plantearse ciclos a alta y baja temperatura para producir otros productos químicos. El proyecto nacional SOLAR02 (que se enmarca dentro del Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011) analiza el uso de reacciones redox como las presentadas por las ecuaciones (1) y (2) para producir oxígeno. En este caso, el proceso se compone de dos reactores, uno a alta temperatura en donde se lleva



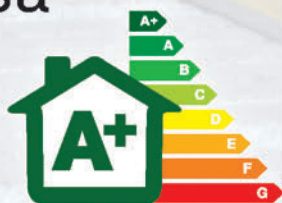
Figura 2.- Instalación de reformado de bio-etanol desarrollado en el Proyecto SOLH2 (Fuente: Abengoa)



# Diseñar, proyectar, instalar de forma inteligente...



## y garantizar con Junkers una casa eficiente.



Porque cada proyecto es único e irrepetible, Junkers le ofrece una gama completa de sistemas para producir agua caliente y climatización adaptable a cada situación y vivienda.

Sistemas solares térmicos, calentadores termostáticos, calderas murales y de pie a gas y gasóleo, bombas de calor y aire acondicionado Junkers son el resultado de la más alta tecnología, elaborados para el máximo confort y eficiencia energética. Y si necesita ayuda con su proyecto de instalación cuente con el apoyo técnico especializado Junkers.

[www.junkers.es](http://www.junkers.es)

Confort para la vida

 **JUNKERS**  
Grupo Bosch



a cabo la reducción y el otro a baja en donde se produce la oxidación. El óxido de manganeso circula entre los dos reactores transportando el oxígeno de un reactor al otro.

#### PROYECTOS INTERNACIONALES

España ha participado en varias iniciativas internacionales dirigidas a la producción de combustibles solares, principalmente hidrógeno, por medio de gasificación solar (p.ej. SYNPET, EU FP7 STAGE-STE9), ciclos termoquímicos (EU FP7 HYODROSOL, SATGE-STE), electrolisis a alta temperatura (EU FCH-JTI ADEL) y almacenamiento termoquímicos de energía (EU FP7 TCSPower).

El proyecto SYNPET (Hydrogen Production by Steam-Gasification of Petcoke) contó con la participación de la compañía estatal venezolana PDVSA (Petróleos de Venezuela S.A.), CIEMAT y el Instituto Federal de Tecnología de Zúrich, ETH Zürich. SYNPET comenzó el 1 de enero de 2003 y finalizó el 31 de diciembre de 2012 y su finalidad principal era alcanzar la gasificación de derivados de petróleo así como de varios residuos de este empleando energía solar concentrada en un reactor solar de 500 kW térmicos. La instalación fue puesta en funcionamiento en 2009 en la torre SSPS-CRS de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT se encargó de la construcción y puesta a punto de toda la instalación.

Tres campañas de ensayos fueron llevadas a cabo en el período 2009 a 2012 con el objeto de adquirir experiencia en la operación con la instalación en niveles de potencia cercanos a las carga máxima y detector de posibles fallos estructurales, como la mecánica de la apertura cónica del reactor o el comportamiento termo-mecánico de la ventana del reactor, un nue-

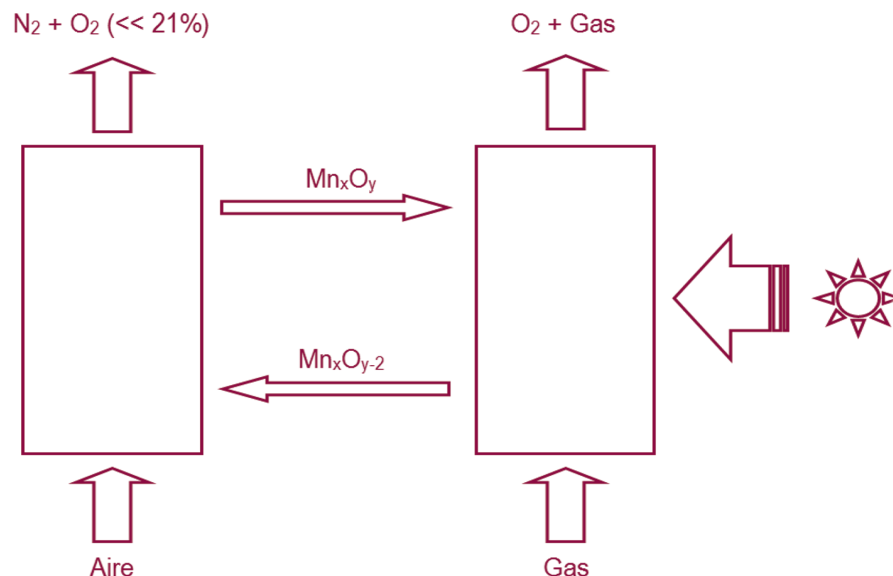


Figura 3.- Esquema del proceso solar de alta temperatura analizado en el proyecto SOLAR02.

vo concepto basado en la segmentación de la ventana en elementos.

La figura 4 ilustra la ventana refrigerada de cuarzo diseñada específicamente para el proyecto SYNPET. Posee un diámetro de 1.400 mm y representó un auténtico reto dentro de las tecnologías solares de concentración de receptor central. El diseño de la ventana permitiría operar en el interior del reactor a las presiones requeridas soportando temperaturas de hasta 1.400°C. El bastidor que soportaba los elementos transparentes estaba dotados de un sistema de refrigeración por agua. Una serie de ensayos térmicos (con temperaturas de operación de hasta 1.000°C) usando aire como fluido de trabajo en el reactor permitieron demostrar la fiabilidad de la ventana. Los ensayos realizados en 2012 demostraron las dificultades para trabajar con vapor de agua como gas portador. Los próximos ensayos se han previsto en 2015, una vez identificados las posibles soluciones y determinado los parámetros críticos. Nuevas propuestas están siendo consideradas basadas en aspectos constructivos y mecánicos.

El proyecto europeo FCH-JU-2012 HYDROSOL-Plant proponía el desarrollo y operación de una planta de 1 MW para la producción de hidrógeno solar empleando la tecnología desarrollada en proyectos anteriores de la serie HYDROSOL. El consorcio estaba formado por APTL (Grecia), el centro de investigación aeronáutico y aeroespacial alemán DLR (Germany), Total (Francia), Hygear (Holanda) y CIEMAT-PSA (España). El proyecto fue financiado con 2,5 M€ en un período comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de diciembre del 2016. El proyecto HYDROSOL-Plant es una continuación de la serie HYDROSOL, HYDROSOL (2002-2005), HYDROSOL II (2006-2009) e HYDROSOL-3D (2010-2013), en donde se ambiciona un cambio de escala del reactor solar de 100 kW a 750 kW, este cambio supone también el desarrollo de otros componentes y subsistemas de la planta solar como el campo de heliostatos, la monitorización y control, el condicionamiento de reactivos o el almacenamiento de hidrógeno. El proyecto pretende operar la planta y ser capaz de producir y almacenar el



Figura 4.- Detalle de la ventana del reactor solar SYNPET500.

hidrógeno producido a una tasa superior a los 3 kg por semana.

ADEL (ADvanced ELectrolyser for Hydrogen Production with Renewable Energy Sources) fue un Proyecto europeo co-financiado por el séptimo programa marco de la Unión Europea y la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, FCH-JU) y reúne a 13 participantes. El proyecto desarrollado entre 2010 y 2013 tenía como objetivo sentar las bases para un nuevo concepto de electrolizador de vapor llamado a temperatura intermedia (ITSE), basado en la tecnología de electrólisis de óxido sólido (SOEC). El nuevo concepto aumentaría la vida útil del electrolizador al disminuir su temperatura de funcionamiento mientras se mantiene un nivel de rendimiento satisfactorio. Esto permitiría que una parte significativa de la energía requerida fuera proporcionada en forma de calor, y el resto como electricidad. Esto, a su vez, proporciona flexibilidad para el acoplamiento del electrolizador con diversas fuentes de energía, incrementándose potencialmente la eficiencia energética del sistema completo<sup>[10, 11]</sup>.

La electrólisis a alta temperatura con células de óxido sólido presentan varias ventajas con respecto a las células alcalinas y los electrolizadores de pila de combustible convencionales. Dichas ventajas proceden de su mayor temperatura de trabajo, entre 600 y 1.000°C. Desde un punto de vista termodinámico, la reacción química asociada a la generación de hidrógeno viene descrita por la función de Gibbs:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (3)$$

Donde  $\Delta H$  es la energía total requerida,  $\Delta G$  es la energía eléctrica y  $T\Delta S$  es el calor producido directamente. Como puede verse en la figura 5, la contribución eléctrica disminuye al tiempo que la de calor aumenta conforme la temperatura se hace mayor. Aún si la energía total necesaria aumenta, la disminución de la parte eléctrica es mucho más notable. Así la operación a alta temperatura puede disminuir el consumo eléctrico y dar lugar a un coste de producción inferior. Dicha reducción puede ser mayor si la energía térmica necesaria es cubierta con una fuente de calor industrial residual.

Desde el punto de vista cinético, la alta temperatura favorece la actividad del electrodo y reduce el sobrepotencial de la célula; lo cual significa que la densidad de potencia puede verse aumentada con la correspondiente reducción del electrolizador para una capacidad de producción dada. Además la bajada en el sobrepotencial de la célula puede dar lugar a menores pérdidas de energía y así mayores eficiencias de conversión. Por último, los sistemas de óxido sólido permite trabajar tanto como electrolizador como célula de combustible, reduciendo el número de unidades y elementos auxiliares correspondientes.

El Instituto IMDEA Energía contribuyó al proyecto ADEL en la realización de diagramas de flujo y el análisis de integración de sistemas SOEC en varias configuraciones de centrales solares termoelectricas.

El uso de reacciones redox a elevadas temperaturas en almacenamiento termquímico para centrales solares termoelectricas está siendo analizado en el marco del proyecto europeo FP7 TCSPower (2011-2015)<sup>[11]</sup>. DLR, Siemens AG, Bühler AG, Eramet et Comilog Chemicals SA, IMDEA Energía, Paul Scherrer Institut (PSI) y la Universidad de Siegen participan en esta iniciativa que culminará con un dispositivo de almacenamiento de 10 kW con un tiempo de carga de 10 horas instalado en DLR. El Instituto IMDEA energía lidera las actividades basadas en el uso de óxidos de manganeso como material de base para el almacenamiento. Dicho material representa un excelente compromiso entre termodinámica, densidad energética, coste, cinética, toxicidad y ciclabilidad comparado con otros óxidos metálicos como  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{BaO}$ , or  $\text{CuO}$ . Además los sistemas basados en óxidos metálicos presentan un ventaja adicional frente



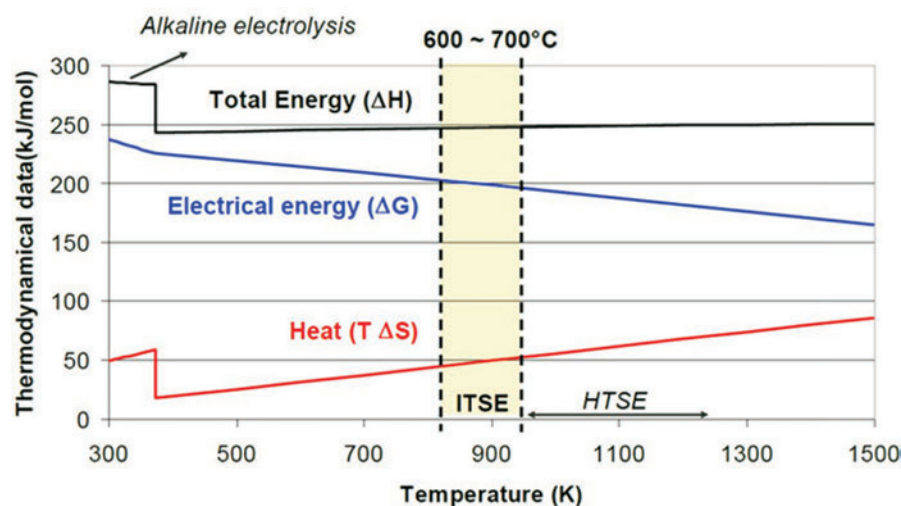


Figura 5.- Diagrama de energía libre de la disociación del agua. El intervalo de temperatura entre 600 y 700 °C sería el empleado en electrolizadores de vapor de temperatura intermedia (Intermediate Temperature Steam Electrolysers, ITSE). Temperaturas por encima de 700 °C son empleadas por electrolizadores de vapor de alta temperatura (High Temperature Steam Electrolysers, HTSE).

a otros basados en carbonatos e hidróxidos, la capacidad de emplear aire tanto como fluido de trabajo como de reactivo, lo cual elimina las limitaciones ligadas a la gestión de CO<sub>2</sub> o agua/vapor<sup>[12, 13]</sup>.

Además de los proyectos mencionados anteriormente (los proyectos nacionales SOLH2 y SOLARO2, el Proyecto regional ALCCONES y los europeos HYDROSOL-Plant y TCSPOWER), España participa en el Proyecto de investigación integrada STAGE-STE (Scientific and Technological Alliance for Guaranteeing the European Excellence in Concentrating Solar Thermal Energy, [www.stage-ste.eu](http://www.stage-ste.eu)). CIEMAT coordina este proyecto, el cual cubre prácticamente la totalidad de los temas relacionados con energía solar térmica de concentración y reúne a 40 participantes, incluyendo los mayores centros de investigación europeos y compañías implicadas en el desarrollo de tecnologías de concentración solar. Uno de los paquetes de trabajo de STAGE-STE analiza el uso de sistemas de energía solar térmica de concentración en la producción de

combustibles solares. Esta actividad, coordinada por el Instituto Paul Scherrer suizo, cuenta con la participación de CIEMAT e IMDEA Energía como centros de investigación españoles. Las líneas de investigación propuestas cubre la síntesis de combustibles solares a partir de materiales carbonosos y ciclos termoquímicos, nuevos materiales para la siguiente generación de reactores químicos solares y la evaluación de las tecnologías basadas en procesos termoquímicos solares.

#### REFERENCIAS

- [1] Urbina, A. Renewable Energy 68, 264-269 (2014).
- [2] Romero M., Steinfeld A. Energy & Environ. Sci. 5, 9234-9245 (2012).
- [3] Díaz, R., Vidal, A., Gallardo, V., Martín, M., Romero, M., Gonzalez-Aguilar, J., Ridaio, M.A., Tapia, E., Gutiérrez, F.J., Vazquez, J., Pérez, A., SolarPACES 2012, 11-14 September 2012, Marrakesch, Marocco.
- [4] Fernández-Saavedra, R., Gómez-Mancebo, M.B., Caravaca, C., Sánchez, M., Quejido, A.J., Vidal, A. Int. J. Hydrogen Energy 39(13), 6819-6826 (2014).
- [5] Botas, J.A., Marugán, J., Molina, R.,

Herradón, C. Int. J. Hydrogen Energy 37 (24) 18661-18671 (2012).

[6] Marugán, J., Botas, J.A., Molina, R., Herradón, C., Int. J. Hydrogen Energy 39 (10), 5274-5282 (2014).

[7] Gonzalez-Aguilar, J., Alonso, E., Hutter, C., Romero, M., Steinfeld, A. World Renewable Energy Forum, WREF 2012, Including World Renewable Energy Congress XII and Colorado Renewable Energy Society (CRES) Annual Conference; Denver, CO; United States; 13 May 2012 through 17 May 2012. 1, 2012, 154-157 (2012).

[8] Bellan, S., Alonso, E., Gomez-Garcia, F., Perez-Rabago, C., Gonzalez-Aguilar, J., Romero, M. Chem. Eng. Sci. 101, 81-86 (2013).

[9] Alonso, E., Hutter, C., Romero, M., Steinfeld, A., Gonzalez-Aguilar, J. Energy & Fuels 27 (8) 4884-4890 (2013).

[10] Bucheli, O., Lefebvre-Joud, F., Petitpas, F., Roeb, M., Romero, M. Proceedings 10th European SOFC Forum, 26-29 June 2012, Lucerne, Switzerland.

[11] Sanz-Bermejo, J., Muñoz-Antón, J., Gonzalez-Aguilar, J., Romero, M. Appl. Energy 131, 238-247 (2014).

[12] Wörner, A., Binyamini, S., Giger, F., Soupart, J.-B., J. Gonzalez-Aguilar, Steinfeld, A., Trettin, R. SolarPACES 2012, 11-14 September 2012, Marrakesch, Marocco.

[13] Carrillo, A.J., Moya, J., Bayón, A., Jana, P., De La Peña O'Shea, V.A., Romero, M., Gonzalez-Aguilar, J., Serrano, D.P., Pizarro, P., Coronado, J.M. Solar Energy Materials and Solar Cells 123, 47-57(2014).

[14] Álvarez De Miguel, S., Gonzalez-Aguilar, J., Romero, M. Energy Procedia 49, 676-683 (2013).

José Gonzalez Aguilar, Manuel Romero.  
Instituto IMDEA Energía,  
Móstoles, Madrid, España.

Alfonso Vidal  
CIEMAT-PSA, Madrid, España.



# nuevas publicaciones

## INGENIERÍA FOTOVOLTAICA

El texto definitivo para entender a fondo la tecnología del aprovechamiento práctico de la energía solar fotovoltaica

E. Lorenzo    304 págs.    148 ilustraciones (b/n y color)    P.V.P.: 72 euros

*Tercer volumen de la trilogía que lleva por título genérico "Electricidad Solar Fotovoltaica", donde el autor, el profesor Eduardo Lorenzo, del Instituto de Energía Solar (Universidad Politécnica de Madrid), reconocido como uno de los grandes especialistas internacionales en ingeniería de los sistemas fotovoltaicos, entra de lleno en el estudio de la tecnología fotovoltaica, los componentes de los sistemas, la producción energética esperada, y aborda asimismo aspectos tan fundamentales como la seguridad eléctrica de los equipos y de las propias personas involucradas en el montaje y mantenimiento de las plantas fotovoltaicas.*

*"Ingeniería Fotovoltaica" es una obra imprescindible para la nueva generación de ingenieros y técnicos que deseen especializarse en el aprovechamiento eléctrico de la energía solar.*

### RESUMEN DEL CONTENIDO

**Prefacio, por Javier Muñoz**

**Prólogo del autor**

**Nomenclatura**

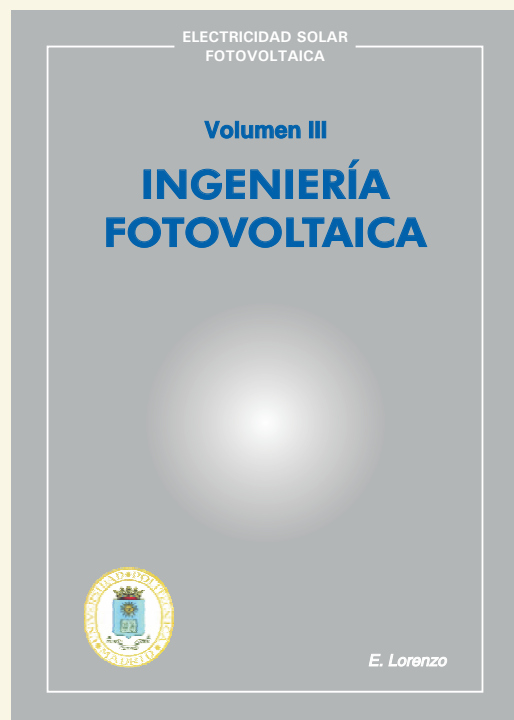
**1. Los materiales.** Introducción. Aplicaciones fotovoltaicas. Módulos y generadores fotovoltaicos. Inversores fotovoltaicos. Baterías. Reguladores de carga. Luminarias. Bombas de agua. Radiación solar. El coste del kWh fotovoltaico.

**2. Seguridad eléctrica y fiabilidad.** Introducción. Accidentes y riesgos. Contactos directo e indirecto. Sobrecorrientes. Sobretensiones. Maniobra. Puntos y células calientes. Interacciones con la red eléctrica.

**3. Producción y dimensionado.** Introducción. Posición del Sol. Posición de la superficie receptora y ángulo de incidencia. Sombras y retroseguimiento. Sombra geométrica y sombra eficaz. Perfiles de irradiancia. Simulación del comportamiento energético con IESPRO. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos.

**4. Diseños representativos.** Introducción. Datos del lugar. Central conectada a red y sobre suelo. Generadores fotovoltaicos sobre tejados. Generadores fotovoltaicos sobre fachadas. Sistema autónomo con batería. Sistema de bombeo. Diseños para latitudes bajas.

**5. Caracterización, evaluación y control de calidad.** Introducción. Medida de las condiciones ambientales y de operación. Caracterización de generadores. Caracterización de inversores. Evaluación de sistemas conectados a la red. Control de calidad.



Pedidos mediante talón bancario (libre de gastos), o contra reembolso (más 5 euros de gastos de envío) a: PROGENSA, c/ Comercio, 12, 41927 Mairena del Aljarafe, Sevilla (España) Tlf.: 954 186 200 Fax: 954 186 111

Tienda electrónica: [www.progenSA.es](http://www.progenSA.es)





## Fundación Renovables

### Desarrollo del autoconsumo en la Comisión Europea España en dirección contraria

La Fundación Renovables ha publicado recientemente una contestación al proyecto de Real Decreto sobre Autoconsumo, basándose en las recomendaciones de la Comisión Europea en dicha materia. Dada su actualidad, hemos considerado oportuno su publicación para conocimiento de nuestros lectores. La Fundación Renovables desglosa punto por punto las recomendaciones de la Comisión Europea, que se encuentran en contradicción con las del Gobierno y saca a relucir, entre otras cuestiones, las mejores prácticas de autoconsumo, tomando como ejemplo a Alemania, donde inclusive se subvenciona la instalación de baterías.

La Comisión Europea ha puesto a los consumidores en el centro de su política energética con el objetivo de que los beneficios de la democratización de la energía lleguen a la ciudadanía en su totalidad dándole mayor peso y un papel activo en el sector. De hecho la nota de prensa de la institución destaca que "*Los consumido-*

*res deben ser libres de generar y consumir su propia energía en condiciones justas para ahorrar dinero, ayudar el medio ambiente y asegurar la seguridad de suministro*".

El autoconsumo y la democratización de la energía son un derecho ciudadano, no sólo de los de mayor poder adquisitivo, tal y como insinúa

el proyecto de RD de Autoconsumo del Gobierno. Al contrario son derechos más urgentes para las personas vulnerables tanto a la pobreza energética como a los impactos más devastadores del cambio climático. Desde la Fundación Renovables celebramos que la Comisión Europea, guiada por los principios de democratización de la energía recogidos en la Unión Energética haya reconocido la petición de la Fundación Renovables de recoger las mejores prácticas internacionales sobre autoconsumo en su documento creando así una clara indicación sobre la necesidad de derribar las barreras para que la ciudadanía pueda jugar en paridad de condiciones con las grandes empresas en el sector energético. Estas recomendaciones van en dirección contraria al Proyecto de RD sobre Autoconsumo del Gobierno es-



pañol. La comunicación consultiva de la Comisión Europea sobre Mercado minorista de electricidad publicada en julio no sólo evidencia el potencial del autoconsumo para reducir las facturas eléctricas de los usuarios. El documento de trabajo sobre mejores prácticas dista en todo de la propuesta del Gobierno delatando su intención de frenar de facto el autoconsumo en España.

*“La propuesta del Gobierno sobre autoconsumo es un ataque frontal a los intereses de los ciudadanos españoles en aras de los del lobby Magritte de las empresas energéticas, obstaculizando la transición energética y la inevitable democratización energética. Aunque su intervención en el documento de la Comisión es evidente, éste sigue invalidando por completo el Proyecto de RD del ministro Soria”,* ha declarado Domingo Jiménez Beltrán, Presidente de la Fundación Renovables.

#### El autoconsumo, imprescindible para el “Nuevo Acuerdo” con los consumidores europeos

El documento de trabajo sobre las mejores prácticas sobre autoconsumo de la Comisión Europea es una demostración de cómo los gobiernos tienen que dejar de pensar en claves de fuentes energéticas del siglo pasado y pasar a desarrollar un nuevo sistema capaz de extraer lo mejor de las renovables y la gestión de la demanda y trasladar sus beneficios a la sociedad en su conjunto.

Mejores prácticas aconsejadas para la regulación del autoconsumo no recogidas en el Proyecto de Real Decreto del Gobierno:

a.- Vía retribución por primas o vía balance neto pero siempre derecho a percibir retribución por la electricidad vertida a la red.



La Comisión se decanta porque la retribución de la energía excedentaria tienda gradualmente al precio de mercado mayorista, partiendo incluso de modelos que priman ésta por su carácter de renovable y pasando por otros donde se valora la energía excedentaria a precio minorista (balance neto). En España, salvo que el consumidor se convierta en empresario, debe regalar sus excedentes de energía.

b.- Eliminar las barreras burocráticas y administrativas para el autoconsumo.

La Comisión Europea subraya que los procedimientos administrativos y de autorización complejos e injustamente onerosos son una barrera. Sugiere que, tal y como Portugal, Hungría,

Italia y Suecia, las plataformas de información online son un ejemplo a seguir y aboga por procedimientos simplificados para pequeñas instalaciones, incluyendo la mera comunicación en lugar de la autorización previa. La propuesta del gobierno español aplica el procedimiento de autorización previsto en el Real Decreto 1699/2011 pensado para instalaciones que venden energía a la red: una traba arbitraria, innecesaria e injustificada que puede llegar hasta duplicar el coste de una instalación.

c.- No a impuestos y cargos discriminatorios. Si bien la Comisión Europea asume que una introducción masiva de autoconsumo podría afectar a la recaudación para cubrir los





costes de la red eléctrica, en ningún caso propone cargos o impuestos discriminatorios ni sobre la energía vertida a la red ni sobre aquella autoconsumida. El documento de "Nuevo acuerdo con los consumidores" propone una revisión de la estructura de las tarifas eléctricas para que reflejen los costes reales, sean justas, sencillas y transparentes para los consumidores al mismo tiempo que apoyan la consecución de los objetivos europeos en materia de renovables y eficiencia energética. Nada que ver con la falta de objetividad con la que se ha duplicado en España la parte fija de la factura eléctrica en los dos últimos años.

Desde la Fundación Renovables entendemos que no tiene sentido cargar con tasas e impuestos una medida de eficiencia energética. Mucho menos, discriminar el autoconsumo respecto de otras alternativas de ahorro. Además, una parte relevante de la tarifa eléctrica corresponde al término de potencia que el consumidor seguirá pagando aunque autoconsuma parte de su energía.

En Italia, las instalaciones inferiores a 20 kW no pagan ningún tipo de cargo. Las superiores a los 20 kW, un cargo de 36 €/año. En Portugal, están exentas hasta que el autoconsumo alcance el 3% de la potencia total instalada en el país.

Al contrario, en España, el Gobierno quiere cargar la energía producida que ni siquiera alcanza la red eléctrica con un importe equivalente a nada menos que el 40% de lo que le habría costado al consumidor comprarla a red. Al año podría corresponder a más de 200 €, haciendo que a paridad de consumo de electricidad, un hogar que comprara toda su energía de la red pagaría menos que otro que autoconsumiera parte de su demanda.



d.- Si se aplican cambios de retribución o de cualquier otro aspecto regulatorio, que no sean retroactivos para garantizar la seguridad jurídica de las inversiones en autoconsumo; y asegurar condiciones económicas predecibles. Al contrario, el Proyecto de Real Decreto ilegaliza a posteriori todas las instalaciones que no quedan recogidas en su texto dando un pírrico plazo de 6 meses para su adaptación. Del mismo modo, propone un marco económico transitorio que tan solo dura cuatro años sin especificar cuáles serán las condiciones a posteriori.

e.- Permitir el autoconsumo para comunidades de vecinos o polígonos industriales.

Garantizar un marco estable para la agregación de la demanda y para el Autoconsumo compartido, como unión de varios generadores/consumidores, incluyendo el almacenamiento de energía compartido, bien sea en comunidades, en polígonos industriales u otras posibilidades es clave para la Comisión Europea. Los agregadores podrán facilitar la participación de los consumidores en el mercado mayorista. Sin embargo, el Proyecto de Real Decreto de Autoconsumo impone que el productor y el consumidor de una instalación de

autoconsumo sean la misma persona, eliminando todas las demás posibilidades de participación ciudadana en el sector energético.

Además, al limitar a 100 kWp las instalaciones fotovoltaicas y eólicas para autoconsumo impide que se desarrollen en España proyectos de éxito como el de una instalación fotovoltaica de 320 kWp de una procesadora de productos alimentarios italiana que gracias al autoconsumo consigue reducir sus facturas energéticas un 35%.

f.- Promover el almacenamiento descentralizado de energías renovables. El almacenamiento de energía descentralizado es clave para activar medidas de gestión de la demanda y aumenta la capacidad de autosuficiencia gracias al autoconsumo. Al mismo tiempo puede, junto a la gestión de la demanda, incrementar la flexibilidad del sistema necesaria a integrar cuotas crecientes de energías renovables variables. El proyecto de Real Decreto, al impedir el almacenamiento de energía para las instalaciones de pequeña potencia e imponiendo un cargo abusivo en los demás casos, también impediría el desarrollo de otros casos de interés especialmente para las aplicaciones residenciales. Por ejemplo, una instala-



ción fotovoltaica residencial para una vivienda unifamiliar con baterías con la mitad de la capacidad de almacenamiento ofertada recientemente por Tesla (3 kWh) puede aumentar la ratio de energía autoconsumida desde un 30% inicial hasta un 45-75%, según el perfil de consumo.

El Proyecto PV Parity ha demostrado que el autoconsumo apoyado por almacenamiento de energía y gestión de la demanda puede reducir los costes adicionales del sistema de la integración europea de fotovoltaica hasta elevados niveles de penetración en hasta un 20%.

El Gobierno alemán concede la devolución de impuestos hasta un 30% por la adquisición de una batería para autoconsumo de hasta 30 kW y préstamos a tipo de interés bajo para su compra.

g.- El autoconsumo es para todos los consumidores especialmente los más vulnerables.

Para ello se deberán posibilitar modelos de negocio e instrumentos de financiación que posibiliten el acceso al autoconsumo por parte de todos los consumidores. El Proyecto de RD del Gobierno impide de un plumazo compatibilizar autoconsumo y el acogerse a la tarifa regulada, incluyendo el Bono Social.

La Comunicación de la Comisión Europea conlleva una consulta pública en la que la Fundación Renovables participará para pedir que la Unión Energética y sus desarrollos lleven al emerger de las soluciones para un nuevo modelo energético basado en las energías renovables, el ahorro y la eficiencia energética. Entre otras cosas, la Fundación Renovables pedirá que la Comisión Europea aproveche la oportunidad para eliminar todas las subvenciones a las energías fósiles y nuclear tal y como adoptó el G20 y como herramienta fundamental para alcanzar el objetivo expresado en la Comunicación de favorecer la paridad de condiciones para que los consumidores entren en el mercado eléctrico como productores de renovables y para ma-

yor transparencia de los costes y precios de la energía.

Además, la Fundación denuncia que el Real Decreto del Gobierno da la espalda a las mejores prácticas internacionales para la democratización de la energía y por ello exige que se retire y se sustituya urgentemente por un nuevo texto acorde a las recomendaciones de la Comisión Europea.

La Fundación Renovable recuerda que la transición hacia un modelo renovable, eficiente y racional es inevitable y que el autoconsumo tendrá un importante papel en ella. Oponerse al cambio retrasará y encarecerá su llegada; pero no podrá evitarla.

*"No es de extrañar que las empresas energéticas estén entre las peor valoradas en términos de reputación y responsabilidad social corporativa por la ciudadanía. Sabemos de sus presiones sobre los reguladores a través de UNESA y del lobby Magritte para mantener un sistema energético perjudicial, falto de transparencia y artificialmente caro. La energía es de la ciudadanía, es un derecho básico. No sólo decidir cómo consumirla, sino también poderla producir con energías renovables",* ha añadido Domingo Jiménez Beltrán.

Fundación Renovables  
[www.fundacionrenovables.org](http://www.fundacionrenovables.org)







## OrientSol 3.0

# Nuevo laboratorio virtual sobre el recurso solar

M. Jiménez Torres, L. Hontoria, J.I. Fernández Carrasco, C. Rus Casas

En un mundo cada vez más industrializado, es habitual asistir a un incremento de la demanda de energía y el consumo de ésta. Para poder continuar con este panorama energético de manera indefinida es necesario abordar algunos cambios. Estos cambios pasan por incorporar al sistema energético fuentes de energía alternativas como puede ser la utilización del recurso solar. Sin embargo hoy día no está todo lo aprovechado que debiera, ya que las energías renovables aún no son una realidad mayoritaria para la generación de electricidad<sup>[1, 2]</sup>.

En este trabajo se muestra una herramienta, desarrollada por algunos miembros del grupo de investigación IDEA (Investigación y Desarrollo en Energía Solar) de la Universidad de Jaén. Con casi dos décadas de experiencia en el campo de la energía solar fotovoltaica el grupo IDEA apuesta por el desarrollo de herramientas y textos<sup>[3]</sup> que faciliten el estudio y el análisis de la energía que se puede obtener de este tipo de sistemas.

En la estimación del recurso solar se deben tener en cuenta dos componentes, uno determinista, debido al hecho de que la Tierra y el Sol se mueven siguiendo leyes de la física

y otro aspecto de tipo aleatorio debido a la naturaleza de la atmósfera que introduce la condición de variabilidad en la predicción de dicha estimación. No obstante, el estudio del

recurso solar está muy desarrollado y existen modelos que predicen con bastante precisión la energía solar disponible y su comportamiento a lo largo del tiempo<sup>[4]</sup>.

Para diseñar un sistema fotovoltaico en una ubicación cualquiera y para una aplicación particular, es necesario disponer de la información más precisa posible acerca del recurso solar disponible en el lugar en el que se va a situar la instalación<sup>[5]</sup>. Por ello sería necesario disponer de los valores de radiación solar para diferentes inclinaciones y orientaciones dependiendo de cómo se desee disponer los módulos que componen un sistema fotovoltaico. También hay que resaltar que cuando se diseña una instalación fotovoltaica el fin último que se persigue es obtener la máxima captación energética del recurso solar. Por este motivo, previo al diseño de un sistema basado en el aprovechamiento del recurso solar,

es necesaria la búsqueda de los valores de la radiación solar disponible para diferentes posiciones de la superficie receptora, a fin de determinar la mejor disposición posible. En este trabajo se analizan distintas fuentes de datos, de las que se puede obtener la radiación solar. También se ponen de manifiesto los cálculos necesarios para trasladar esos datos a las situaciones reales que tendrán las instalaciones que se desean diseñar. Para finalizar con las características del laboratorio virtual desarrollado con el que se puede simular el recurso solar disponible para diferentes enclaves, orientaciones e inclinaciones, así como las conclusiones obtenidas en el desarrollo del trabajo que se presenta.

#### FUENTES DE DATOS DE RADIACIÓN SOLAR

Existen numerosas bases de datos meteorológicas de las que el usuario puede obtener fácilmente valores de radiación solar sobre superficie horizontal. No obstante, no es tan sencillo que estas bases de datos proporcionen datos acerca de radiación solar para diferentes inclinaciones y orientaciones.

En este apartado se muestran un total de nueve bases de datos, en las que se analizaron tanto bases de datos de ámbito local, regional, nacional, o incluso internacional. En la siguiente tabla (tabla 1) se recoge una comparativa entre algunos parámetros relevantes, como son: los parámetros meteorológicos que propor-

cionan, el periodo de tiempo que llevan funcionando así como si proporciona el ángulo óptimo en el que se debe disponer un sistema. Estos datos serán analizados para cada una de las bases de datos en estudio.

Estas bases de datos meteorológicas han sido elegidas por ser las más utilizadas en el ámbito de las energías renovables y por su facilidad de acceso. En general se trata de plataformas de libre acceso, únicamente en algunas es necesario de un registro previo para poder acceder a los datos que contienen y en algún que otro caso requieren de algún tipo de licencia, como es el caso de la herramienta Meteonorm.

Los datos que proporcionan estas aplicaciones son muy similares. Casi



## THE Quality Label for Solar Thermal Products in Europe

**Boost your solar thermal business**  
[www.solarkeymark.org](http://www.solarkeymark.org)



**The Solar Keymark**  
CEN Keymark Scheme



Bases de Datos	Parámetros			
	Ámbito	Datos proporcionados	Periodo de operación	Cálculo adicional: ángulo óptimo
MATRAS <sup>(1)</sup>	Andalucía	Temperatura, velocidad del viento, radiación solar sobre plano horizontal	Desde 2005	No
Rad. Solar en Andalucía <sup>(2)</sup>	Andalucía	Temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, radiación global, difusa y directa, radiación sobre superficie inclinada	-	No
SiAR <sup>(3)</sup>	España	Temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, radiación solar sobre plano horizontal	-	No
AEMET <sup>(4)</sup>	España	Radiación global y directa media, mensual, estacionales	1983-2005	No
CM-SAF <sup>(5)</sup>	Europa, África	Temperatura, humedad, radiación global, difusa y directa diferentes inclinaciones, radiación extraterrestre	Desde 2005	No
SoDa - Helioclim-3 <sup>(6)</sup>	Europa, África, Oc. Atlántico, Oriente Medio	Radiación solar sobre plano horizontal y sobre superficie inclinada	2004-2005	Si
PVGIS <sup>(7)</sup>	Europa, África, Suroeste de Asia	Temperatura, turbidez link, radiación global y directa, radiación sobre superficie inclinada	Desde 1986	No
Meteonorm <sup>(8)</sup>	Mundial	Temperatura, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, iluminancia global, radiación global, difusa y directa	Desde 1981	No
NASA <sup>(9)</sup>	Mundial	Temperatura, humedad, velocidad del viento, presión atmosférica, radiación global, difusa y directa	Desde 1983	No

Tabla 1.- Comparativa de bases de datos meteorológicas analizadas.

1. MATRAS (Modelización de la Atmósfera y Radiación Solar). Se trata de una aplicación desarrollada por el grupo de investigación MATRAS del Departamento de Física de la Universidad de Jaén.
2. Radiación Solar en Andalucía. Es un programa desarrollado por el Grupo de Termodinámica y Energías Renovables de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA)
3. SiAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío). Se trata de un proyecto del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Subdirección General de Regadíos y Economía del Agua.
4. AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), catálogo de información pública acerca de datos climatológicos gestionado por "datos.gob.es".
5. CM-SAF (Satellite Application Facility on Climate Monitoring), es un parte de EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites). Es fruto del esfuerzo conjunto de seis Servicios Europeos Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales, dirigidos por el Servicio Meteorológico de Alemania
6. SoDa (Solar Radiation Data), desarrollado en el marco del proyecto de investigación financiado y apoyado por la Comisión Europea denominado "SODA. Integration and exploitation of networked solar radiation Databases for environment monitoring".
7. PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). Es un proyecto de JRC (Joint Research Centre) del Institute for Energy and Transport, siendo una parte de la acción basada en la implementación de las energías renovables en la UE.
8. Meteonorm. Referencia meteorológica desarrollada por la empresa Meteotest.
9. Surface Meteorology and Solar Energy, patrocinado por la de la NASA's Earth Science Enterprise Program.

todas proveen datos meteorológicos generales como: temperatura, velocidad y dirección del viento, o incluso humedad. Concretamente, sobre el recurso solar, todas las bases de datos disponen de valores sobre radiación solar global sobre plano horizontal, aunque no todas con la misma temporalidad. En cambio el dato de la radiación solar sobre planos inclinados, no está disponible para todas las bases de datos. En concreto es posible obtenerlo de Rad. Solar en Andalucía, CM-SAF, SoDa-Helioclim3 y PVGIS, aunque no es posible para todas las componentes que integran la radiación solar (directa, difusa y albedo). Los valores que comúnmente ofrecen las bases de datos consultadas son la radiación solar global y su componente directa. Por otra parte, de las bases de datos analizadas, únicamente PVGIS permite el cálculo de la inclinación óptima a la que disponer los módulos fotovoltaicos.

Una vez que se accede a estos datos es preciso realizar una serie de cálculos para obtener el valor de la radiación con la orientación e inclinación de la superficie que se desee. Los cálculos para obtener la radiación solar sobre cualquier posición de la superficie, partiendo de los valores de radiación solar global sobre superficie horizontal, es necesario realizar un procedimiento matemático que queda representado de forma simplificada en la figura 1<sup>[3, 6]</sup>.

El desarrollo de estos cálculos se convierte en una labor compleja, pues el proceso matemático es bastante tedioso. El procedimiento partiría de un valor de radiación global sobre superficie horizontal para la latitud del lugar donde se desee realizar la instalación y debe resolver dicho procedimiento para distintas

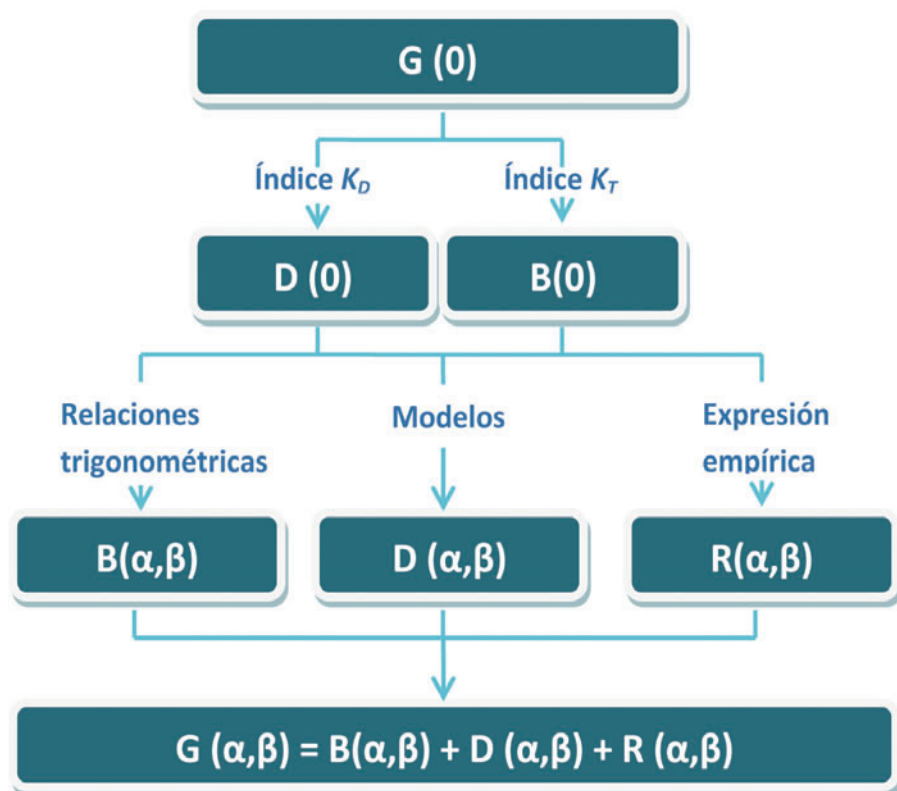


Figura 1.- Procedimiento simplificado para el cálculo de radiación global para superficies inclinadas.

orientaciones e inclinaciones así como cualquier día del año. Como resultado de dicho procedimiento se podría disponer de unas tablas de datos de radiación solar, de programas o métodos que permitan obtener la radiación sobre superficies con distinta inclinación.

En este trabajo se presenta OrientSol 3.0, una versión completa y actualizada<sup>[7, 8]</sup> en la que el usuario del programa puede a través del nuevo laboratorio virtual del recurso solar conocer de manera previa al diseño de la instalación fotovoltaica toda la información necesaria a cerca del recurso solar disponible en la localización de dicha instalación y así decidir la disposición óptima de los mismos.

#### CARACTERÍSTICAS DE OrientSol 3.0

OrientSol 3.0 es una aplicación software que es capaz de realizar el estudio de la orientación y la inclinación óptima de los módulos que

componen un sistema fotovoltaico y además calcular la energía que incidiría sobre diferentes inclinaciones y orientaciones, para dar al usuario una idea más exacta sobre su diseño con lo que es posible la estimación de la generación de energía eléctrica para cada configuración, teniendo en cuenta ciertos parámetros.

OrientSol 3.0 ha sido desarrollado bajo el entorno de MATLAB<sup>[9]</sup>. A nivel de ingeniería esta opción se sustenta debido a que se trata de una herramienta de programación capaz de implementar todo tipo de cálculo numérico con vectores y matrices, representar con gran calidad los datos en gráficas, la implementación de algoritmos así como la creación de interfaces gráficas de usuario interactivas para el manejo de toda la información.

El laboratorio virtual OrientSol 3.0 (figura 2), está compuesto por diferentes pantallas en las que se resuelven todos los procedimientos recogidos en forma esquemática en la figura 3. El usuario de la aplicación puede interactuar con el programa para



Figura 2.- Logotipos del programa OrientSol 3.0.

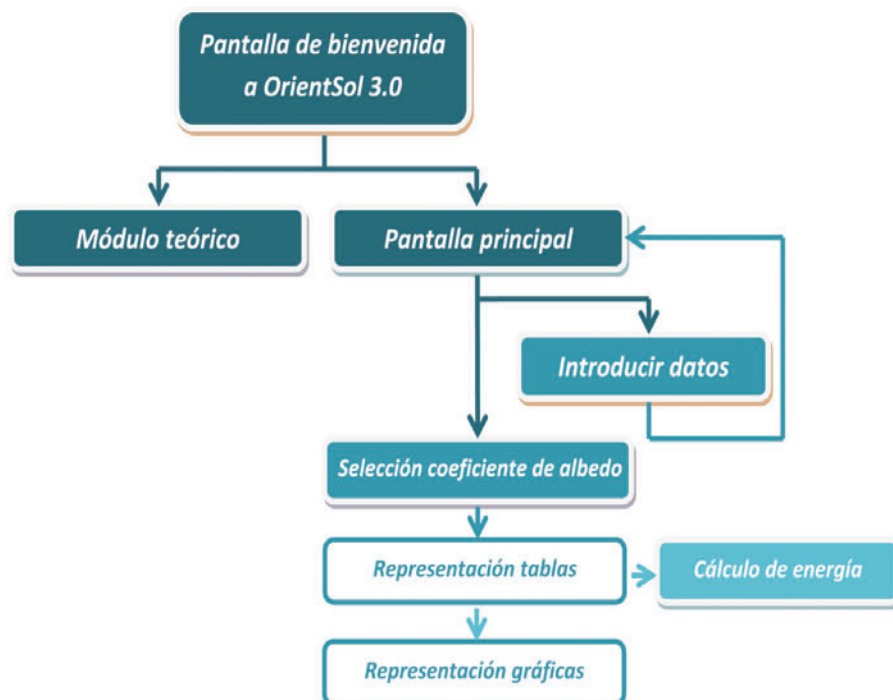


Figura 3.- Organigrama general del laboratorio virtual OrientSol 3.0.



acceder a todas las funcionalidades. Por un lado se puede encontrar un módulo teórico, donde se recogen unas nociones básicas sobre el recurso solar y por otro lado, el módulo donde se realizan los cálculos y representaciones de resultados.

En el segundo caso se ofrece la posibilidad de realizar seis tipos de estudios de situación óptima de un total de 114 ciudades, repartidas por todo el mundo. Además ofrece la posibilidad de realizar este estudio para cualquier emplazamiento geográfico del que se disponga de una serie de datos (latitud y las radiaciones globales diarias mensuales sobre el plano horizontal).

Para conseguir la máxima captación energética en OrientSol 3.0 se proponen diferentes situaciones de la superficie receptora: fija anual, fija estacional, seguimiento a un eje, o seguimiento a dos ejes. En cuanto a las disposiciones fijas, se calcula la inclinación óptima a la que disponer los módulos para maximizar la radiación incidente, ya sea para todo el año, o en función de las estaciones del mismo. Por otra parte, se puede realizar el estudio de cuatro tipos de seguimientos solares: seguimiento a un eje polar, seguimiento a un eje azimutal, seguimiento a un eje horizontal, y seguimiento a dos ejes. Adicionalmente se pueden comparar todos los tipos de estudios para verificar las diferencias existentes, tal y como se representa en la tabla resumen (tabla 3). Por otro lado, en este software es posible seleccionar un valor para coeficiente de reflectividad ( $\rho$ ) para el cálculo de la radiación de albedo, en función de la superficie donde se instalen los módulos fotovoltaicos<sup>[10,11]</sup>, adaptándolo a las necesidades de cada aplicación concreta. Si no se conociese este valor, el pro-

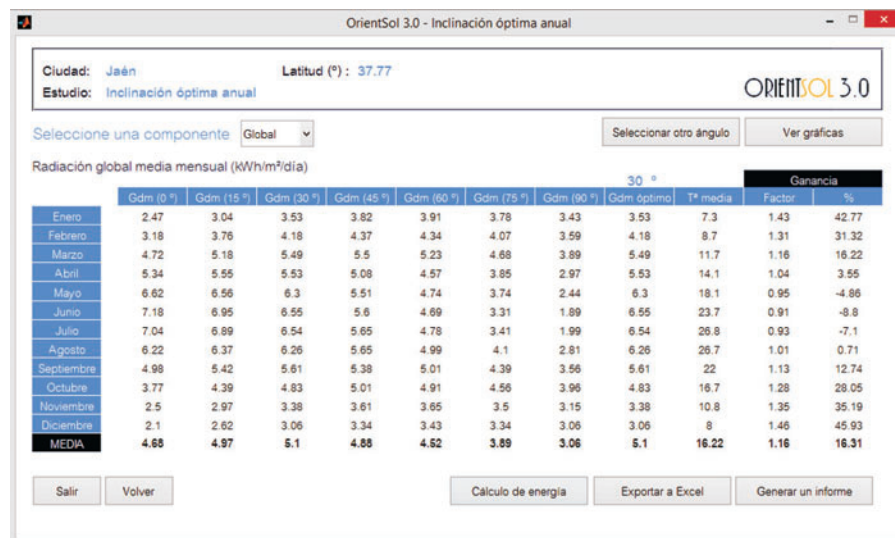


Figura 4.- Pantalla de resultados en forma de tabla.

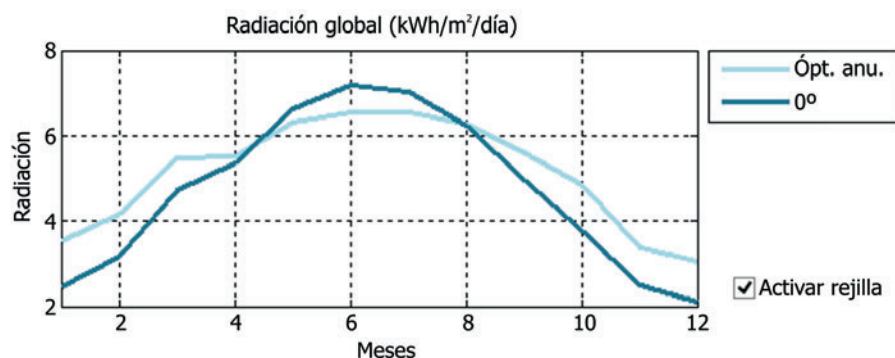


Figura 5.- Ejemplo de representación gráfica.

grama facilita unos valores de referencia estándar que pueden ser utilizados de forma general.

La aplicación representa todas las componentes de la radiación solar (figura 4): global, directa, difusa y de albedo, tanto en forma de tabla como en forma de gráfica (figura 5), según el estudio seleccionado.

En el caso del estudio de inclinación óptima anual, el programa representa los valores de radiación para distintas inclinaciones, desde 0° hasta 90° con un incremento de 15°. En la tabla 2 se recogen algunos de estos valores para el ejemplo dado.

Con los datos proporcionados por el programa se pueden comprobar la diferencia existente entre la radiación solar incidente a distintas inclinaciones de la superficie receptora.

Para la ciudad de Jaén se observa como la radiación pasa de ser 4,68 kW/m²/día sobre el plano horizontal a 5,1 kW/m²/día para una inclinación de 30°. También queda evidenciado como aumentando el ángulo de inclinación a partir del valor óptimo descende el valor de radiación solar incidente, consiguiendo únicamente 3,06 kW/m²/día.

Adicionalmente, en este mismo estudio, se permite seleccionar el ángulo de inclinación para el que se desea conocer el valor de la radiación solar, de cualquiera de sus componentes. Esto podría ser de gran utilidad para las aplicaciones de integración arquitectónica, en la que el ángulo de inclinación viene determinado desde un principio por la estructura propia de la edificación en la que se va a integrar.

Meses	Radiación global media mensual (kWh/m <sup>2</sup> )			
	Gdm (0°)	Gdm (30°)	Gdm (60°)	Gdm (90°)
Enero	2,47	3,53	3,91	3,43
Febrero	3,18	4,18	4,34	3,59
Marzo	4,72	5,49	5,23	3,89
Abril	5,34	5,53	4,57	2,97
Mayo	6,62	6,30	4,74	2,44
Junio	7,18	6,55	4,69	1,89
Julio	7,04	6,54	4,78	1,99
Agosto	6,22	6,26	4,99	2,81
Septiembre	4,98	5,61	5,01	3,56
Octubre	3,77	4,83	4,91	3,96
Noviembre	2,5	3,38	3,65	3,15
Diciembre	2,1	3,06	3,43	3,06
Media Anual	4,68	5,10	4,52	3,06

Tabla 2.- Resultados para el tipo de estudio de inclinación óptima anual en la ciudad de Jaén.

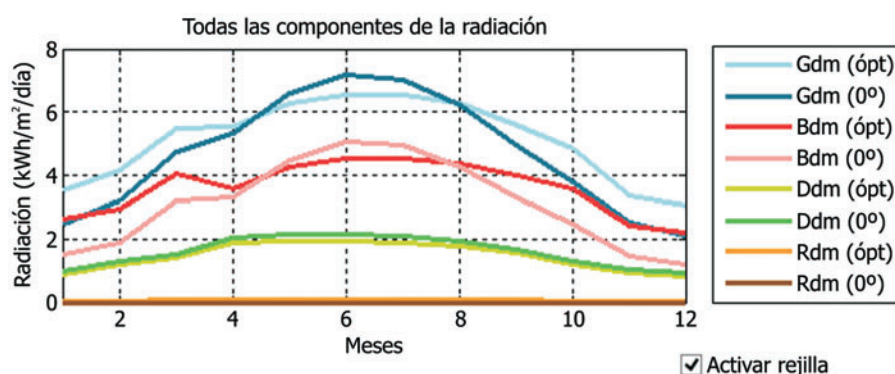


Figura 6.- Representación gráfica de todas las componentes.

Por otro lado, el programa calcula las ganancias que se producirían con respecto a otras posiciones de la superficie receptora, comparando de esta forma entre los diferentes tipos de estudios. Del ejemplo anterior, para la ciudad de Jaén, se puede observar la diferencia existente entre la colocación de los módulos en posición horizontal o para el ángulo óptimo, en este caso de 30°. Con esta configuración se obtendría un 16,31% de ganancia de media anual, llegando a alcanzar 40% en algunos meses. De esta forma, se pondría de manifiesto la conveniencia en cada caso de la configuración más adecuada.

Otra utilidad interesante del programa

es la posibilidad de exportar los resultados a una hoja de cálculo, al programa comercial de Microsoft, Excel, con todos los resultados del programa, y no sólo los representados por el mismo. También es posible generar un informe en formato PDF donde se recogen los principales resultados según el tipo de estudio para todas las componentes de la radiación solar, tanto en formato numérico, como su representación gráfica, perfectamente organizado y con toda la información necesaria. Además se permite la visualización de manera gráfica de todas las componentes de la radiación de una forma conjunta (figura 6). De esta forma, se puede comprobar la aportación real

de cada una de las componentes sobre la radiación solar global. Se observa visualmente como la componente directa es la que aporta la mayor parte de la energía, mientras que la radiación de albedo o reflejada no aporta apenas nada a la sumatoria. Finalmente, en la aplicación también se incorporan dibujos explicativos, detalles de la evolución de algunas variables, explicaciones, así como ayudas en todo el programa. Por otra parte, se quiere destacar el otro aspecto interesante de la aplicación, que es la implementación de un método de cálculo de energía, teniendo en cuenta los datos de radiación obtenidos por el programa para los distintos estudios planteados. El método implementado es el método de Osterwald<sup>[12]</sup> ya que se trata de uno de los métodos ampliamente utilizado por su sencillez y sus buenos resultados en el análisis del comportamiento de sistemas reales<sup>[13]</sup>.

## CONCLUSIONES

Se ha conseguido un laboratorio virtual sobre el recurso solar disponible de gran utilidad, con el que se manejan una cantidad de conceptos especializados que no todos los usuarios conocen en profundidad, por lo que puede ser una forma de acercar la energía solar fotovoltaica a aquellos interesados en la misma, y proporcionan una solución a alguno de los problemas iniciales que se presentan en el diseño de un sistema fotovoltaico.

Se ha desarrollado una herramienta software, para la evaluación de la radiación incidente sobre diferentes posiciones de la superficie receptora, tanto en inclinación como en orientación, para diferentes situaciones: instalaciones fijas, o seguimientos a uno o a dos ejes. Por otro lado, posibilita



Parámetros	Características OrientSol 3.0	
Ámbito geográfico	Base de datos implementada	52 capitales de provincia españolas
		25 ciudades europeas
		6 ciudades africanas
		5 ciudades asiáticas
		14 ciudades norteamericanas 4 ciudades centroamericanas 8 ciudades sudamericanas
	Cualquier localización (teniendo unos datos de partida)	
Tipos de estudios contemplados	Inclinación óptima anual	
	Inclinación óptima estacional	
	Seguimiento a un eje polar	
	Seguimiento a un eje azimutal	
	Seguimiento a un eje horizontal	
	Seguimiento a dos ejes	
	Comparativa	
Selección de parámetros por parte del usuario	Coeficiente de reflectividad	
	Inclinación del módulo fotovoltaico	
Datos proporcionados	Radiación global	
	Radiación directa	
	Radiación difusa	
	Radiación de albedo	
Visualización resultados	Tablas	
	Gráficas	
Exportación resultados	Hoja de cálculo, Excel	
	Informe en formato PDF	
Cálculos adicionales	Energía generada por un sistema fotovoltaico	

Tabla 3.- Principales características obtenidas del programa OrientSol 3.0.

al usuario la estimación de la energía generada por un sistema concreto. Para ello se selecciona la localización deseada (a elegir entre multitud de ubicaciones de todo el mundo) y el estudio a realizar y el software representa de manera sencilla los resultados, tanto en forma numérica con tabla de valores o de forma gráfica. Adicionalmente, permite realizar todos los cálculos para cualquier emplazamiento del que se dis-

ponga de una serie de datos de partida, consiguiendo una gran versatilidad. Y además es posible exportar estos resultados en distintos formatos (Excel, PDF).

En la tabla 3 se presenta un resumen de las características principales de este programa.

En ella se recoge el ámbito geográfico que tiene disponible en la base de datos implementada, los tipos de estudios que es capaz de realizar,

los parámetros a seleccionar por parte del usuario, los datos que proporciona, la forma de visualización de los resultados, así como los formatos posibles de exportación de los mismos.

Actualmente esta aplicación se está utilizando en diversas asignaturas impartidas en la Universidad de Jaén, ya que se trata de una herramienta útil para la comprensión de ciertos parámetros relacionados con el recurso solar.

Finalmente, uno de los objetivos principales perseguidos con la elaboración de este software es la fácil difusión del mismo, por lo que se desea garantizar el libre acceso. Por ello, actualmente se puede solicitar en la dirección de correo: [orient-sol@ujaen.es](mailto:orient-sol@ujaen.es).

## GLOSARIO

$G$  = Radiación global.

$B$  = Radiación directa.

$D$  = Radiación difusa.

$R$  = Radiación de albedo o reflejada.

$\alpha$  = Orientación del módulo fotovoltaico.

$\beta$  = Inclinación del módulo fotovoltaico.

$G(\alpha, \beta)$  = Radiación global  $\alpha$  una orientación a e inclinación  $\beta$ .

$K_T$  = Índice de claridad.

$K_D$  = Fracción de difusa.

$G_{dm}$  = Radiación global media mensual.

$\rho$  = Coeficiente de reflectividad o de albedo.

## REFERENCIAS

[1] IDAE. Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020. Madrid, 2011.

[2] UNEF (Unión Española Fotovoltaica). Informe Anual de 2014. La energía fotovoltaica conquista el mercado. Disponible en: <http://unef.es/> [Última consulta Diciembre 2014].

- [3] C. Rus, F.J. Muñoz, L. Hontoria, P.J. Pérez, D. López, F. Almonacid, J. Aguilera, J.D. Aguilar, G. Almonacid y P. Rodrigo. Instalaciones fotovoltaicas. Joxman Editores. Junio 2010. ISBN: 978-84-92623-46-4.
- [4] E. Lorenzo, G.L. Araujo, A. Cuevas, M.A. Egido, J.C. Miñano, y R. Zilles. Electricidad Solar. Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos. Progenisa. 1994. ISBN: 84-86505-45-3.
- [5] M. A. Abella. Sistemas Fotovoltaicos. Introducción al diseño y dimensionado e instalaciones de energía solar fotovoltaica S.A.P.T. Publicaciones Técnicas. 2005. ISBN: 84-86913-12-8.
- [6] M. Iqbal. An introduction to solar radiation. Academic Press, Toronto, Canada. 1983.
- [7] C. Rus, F. Almonacid, L. Hontoria, P.J. Pérez, F.J. Muñoz. OrientSol. Software para el cálculo de radiación solar en superficies inclinadas. ERA SOLAR, 2009, 153: 64-74.
- [8] C. Rus, L. Hontoria, M. Jiménez-Torres, F.J. Muñoz-Rodríguez, F. Almonacid Virtual laboratory for the training and learning of the subject solar resource: OrientSol 2.0. XI Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza Electrónica, TAAE 2014. DOI: 10.1109/TAAE.2014.6900129.
- [9] R.B. Hunt, R.L. Lipsman y J. Rosenberg. A Guide to MATLAB: For Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press. 2001.
- [10] T.R. Oke. Boundary Layer Climates. Second Edition. Routledge. New York. 1992.
- [11] C. D. Ahrens. Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate, and the Environment. Eighth Edition. Thompson, Brooks/Cole. USA. 2006.
- [12] C.R. Osterwald Translation of device performance measurement to reference conditions. Solar cells 1986: 18: 269-279.
- [13] F. Almonacid, C. Rus, P. Pérez-Higueras, L. Hontoria. Generador fotovoltaico Estimación de la energía producida mediante redes neuronales. ERA SOLAR, 2010 154: 36-46.

M. Jiménez-Torres, L. Hontoria, J. I. Fernández-Carrasco,  
C. Rus-Casas.  
Departamento de Ingeniería en Electrónica y Automática,  
Escuela Politécnica Superior de Jaén, Universidad de Jaén (España).

# Ingema s.l.

Ingeniería, Energía y Medio Ambiente

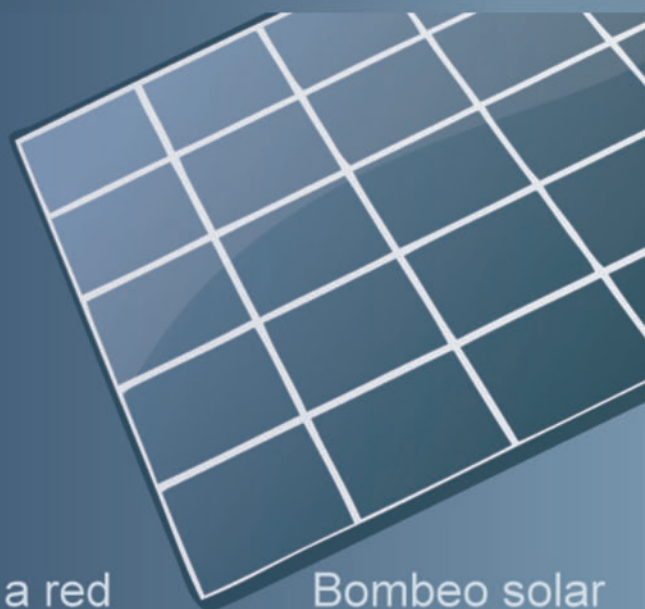
Fotovoltaica aislada  
Agua caliente

Conexión a red  
Climatización de piscinas

Bombeo solar  
Depuradoras

[www.ingemasolar.com](http://www.ingemasolar.com)  
[ingema@ingemasolar.com](mailto:ingema@ingemasolar.com)

Polígono Industrial de Cañamero (Cáceres)  
Tlf. 927 15 72 19, Fax 927 36 93 36







## Estudio térmico experimental

### Captador solar de aire con placas paralelas y aletas rectangulares

V. Flores, M. Bedolla, J. Bedolla, F. Hernández

A partir de un estudio experimental previo en el que se compara el comportamiento térmico de tres modelos a escala de calentadores de aire, se concluye que el calentador de aire de placas paralelas con aletas, supera en un 20% en eficiencia al modelo de calentador de conductos cilíndricos y en 36% al modelo de placas planas. Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo hacer el estudio experimental del calentador de aire de placas paralelas con aletas, con área de captación solar de 2,4 m<sup>2</sup>, para su aplicación en un sistema de deshidratación solar. Se presentan los resultados experimentales del comportamiento térmico del calentador de aire con flujo forzado con velocidades de 0,5, 1 y 1,5 m/s equivalente a un flujo másico de 0,00729, 0,01458 y 0,02187 kg/s respectivamente. El estudio se amplía al ensayar el calentador con flujo natural, tratándose como un intercambiador de calor de placas paralelas con aletas rectangulares, bajo el efecto interno de la convección natural y los resultados también se presentan en este trabajo. Con flujo forzado se logran eficiencias térmicas entre 26 y 84%, con gradientes de temperatura de 20°C e irradiancia solar promedio de 650 W/m<sup>2</sup>. En el caso de operar con flujo natural las eficiencias térmicas resultan del 39,66%, con gradientes de temperatura de 32°C e irradiancia de 600 W/m<sup>2</sup>.

Existen diversos estudios realizados a calentadores de aire por energía solar, están dirigidos en su mayoría a aquellos con configuración de placas planas y conductos cilíndricos, se han estudiado con cubierta transparente y sin ella, con aislamiento térmico y sin él, por mencionar algunos, los realizados por Tiris<sup>[1]</sup>, Goyal and Tiwari<sup>[2]</sup>, y Torres<sup>[3]</sup>. Los primeros, en su estudio proponen las bases teóricas para la optimización termodinámica de los colectores solares para calentamiento de aire a través de placas paralelas; el segundo, con base en los estudios de Tiris, Goyal y Tiwari; Torres, establece en su trabajo una metodología para determinar los parámetros óptimos de operación para colectores solares de placas planas, mostrando la influencia de las condiciones meteorológicas y su área de captación. Existen otros trabajos que se conducen

a mejorar la transferencia de calor y en consecuencia al aumento de la eficiencia térmica. Prasad<sup>[4]</sup>, presenta en su estudio el comportamiento térmico de calentadores de aire con superficie rugosa, dando origen a pequeñas aletas, con el propósito de lograr el aumento en la transferencia de calor y así la eficiencia térmica, trabajó con flujos máscicos de 0,0262 a 0,0881 kg/s·m<sup>2</sup>, logrando eficiencias entre 43 y 59%. El-khawajah<sup>[5]</sup>, realiza un estudio del efecto de barreras al paso del flujo, éstas guían al flujo a pasar por el absorbedor, haciendo también la función de aletas, el calentador de aire es de paso múltiple y en cada paso existe una barrera, se experimenta con flujos entre 0,0121 y 0,042 kg/s, resultando que las barreras mejoran la eficiencia térmica del sistema hasta el 86%. En este contexto se ha evaluado que los procesos de secado en deshidratadores solares dependen en gran medida de las condiciones climáticas locales. Esakimuthu<sup>[6]</sup>, hace un estudio de factibilidad para integrar unidades de almacenamiento de calor latente, con el propósito de almacenar el exceso de energía y así tener mayor control en los procesos, sin embargo; su propuesta tiene un mayor alcance, ya que su sistema propuesto puede operar con mayores flujos máscicos,  $\dot{m} = 0,055$  a 0,11 kg/s, sin sacrificar significativamente sus eficiencias térmicas,  $\eta = 62\%$ . En este contexto, se presenta en este trabajo resultados experimentales del comportamiento térmico de diferentes configuraciones de calentadores de aire, como el de placas paralelas, de conductos cilíndricos a modo de comparación con el de placas paralelas con aletas, bajo condiciones de flujo forzado y flujo natural, se pro-

pone un calentador de aire tipo canal, con aletas distribuidas de forma alternada al paso del flujo con el propósito de generar inercia térmica o mayor ganancia de calor.

### CONFIGURACIÓN DEL CALENTADOR DE AIRE

El calentador solar de aire se construyó como un canal de sección transversal rectangular de lámina galvanizada zintro de 0,045 m x 1,10 m, con 350 aletas rectangulares en el interior del canal y distribuidas de forma alternada, figura 1a. Cada aleta tiene una dimensión de 0,040 m x 0,035 m construidas del mismo material que el canal, la separación entre una y otra es de 0,055 m en dirección longitudinal y 0,04 m en dirección transversal. La superficie exterior hace la función de absorbedor, mediante el depósito de pintura negra mate con absortancia del 93%. Como cubierta transparente se emplea una lámina de policarbonato celular con transmitancia del 84%. Los elementos anteriores se colocan en un gabinete de lámina galvanizada y lana mineral de 0,05 m de espesor como aislante térmico, la figura 1b muestra la configuración de los elementos constructivos. Finalmente resulta un calentador de aire con área de captación 2,4 m<sup>2</sup> (2 m de longi-

tud, 1,2 m de ancho), como se observa en la figura 2. Antes de la propuesta final del calentador con aletas rectangulares, se hizo un estudio comparativo con respecto a dos configuraciones diferentes de calentadores, el primero consiste en un conducto formado por dos placas paralelas, una de lamina galvanizada con recubrimiento en negro mate que además hace la función de absorbedor y la otra de lamina de policarbonato transparente, ambas se colocan en un gabinete con paredes aisladas térmicamente con lana mineral. En el segundo, el conducto se hace con tubos de aluminio, en la superficie exterior se aplica el recubrimiento en negro mate, para hacer la función de absorbedor, se coloca dentro del gabinete con paredes aisladas y finalmente una cubierta transparente de lamina de policarbonato.

### PRUEBAS EXPERIMENTALES

En las pruebas experimentales se emplearon termopares tipo k, anemómetro, termohigrómetro y solarímetro, siendo las variables a medir, temperatura del aire de entrada y salida del calentador, temperatura de la cubierta transparente y absorbidora, ambas en diferentes puntos, la irradiancia solar, temperatura ambiente y humedad relativa. Todas las

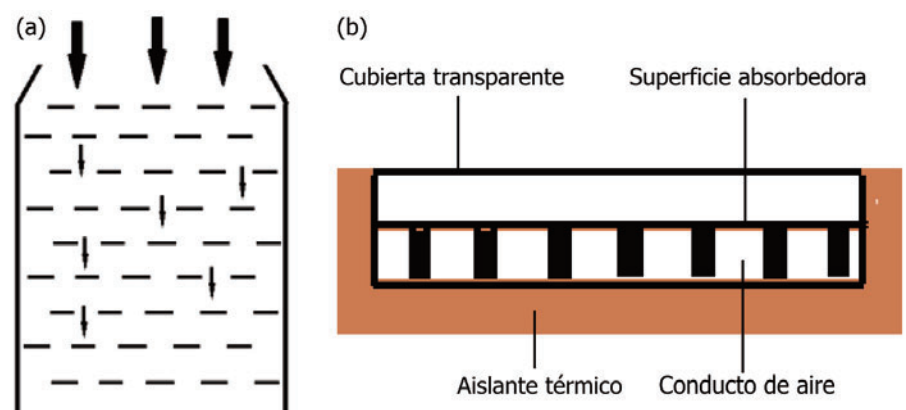


Figura 1.- Configuración del calentador de aire. a) Vista de planta del calentador con distribución de aletas. b) Sección transversal del calentador.



pruebas se realizan en un periodo de 4 horas, a partir de 11:00 am en condiciones climáticas promedio de radiación solar de  $625 \text{ W/m}^2$ , temperatura ambiente de  $22,7^\circ\text{C}$ , velocidad del viento  $1,2 \text{ m/s}$  y humedad relativa del 25%. El calentador de aire se instaló con orientación norte-sur, inclinación de  $18^\circ$ , equivalente a la latitud del lugar. La lectura de los datos fue en tiempo real. En convección forzada el calentador trabaja con flujos máscicos de  $0,00729$ ,  $0,01458$  y  $0,02187 \text{ kg/s}$ , adicionalmente trabajó con flujo natural. Una vista de la instrumentación del calentador se muestra en la figura 2. Las primeras pruebas se realizaron ensayando el calentador de aire con flujo forzado empleando un ventilador de  $1/8$  de hp de potencia, controlado con un potenciómetro para tener la variante de la velocidad del aire a través del calentador, siendo las velocidades de ensayo de  $0,5$ ,  $1$ , y  $1,5 \text{ m/s}$ . A continuación los experimentos se realizaron con flujo natural, por diferencia de densidades derivado del calentamiento del aire.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Flujo Forzado

Los primeros resultados pertenecen al estudio comparativo entre tres configuraciones de calentadores solares de aire, siendo el de placas paralelas, el de conductos cilíndricos y el de placas paralelas con aletas. El área de captación solar, los materiales de transferencia de calor y las condiciones de operación son semejantes. Para las gráficas que se presentan en la figura 3 los flujos máscicos oscilan entre  $0,00729$  y  $0,01458 \text{ kg/s}$ , corresponden a gradientes térmicos entre la temperatura del aire a

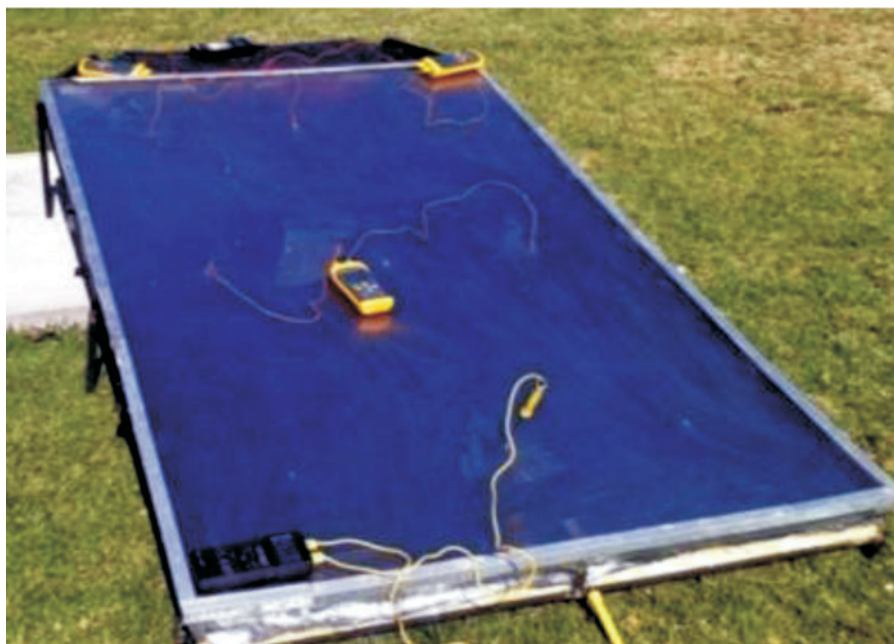


Figura 2.- Vista del calentador de aire durante las pruebas experimentales.

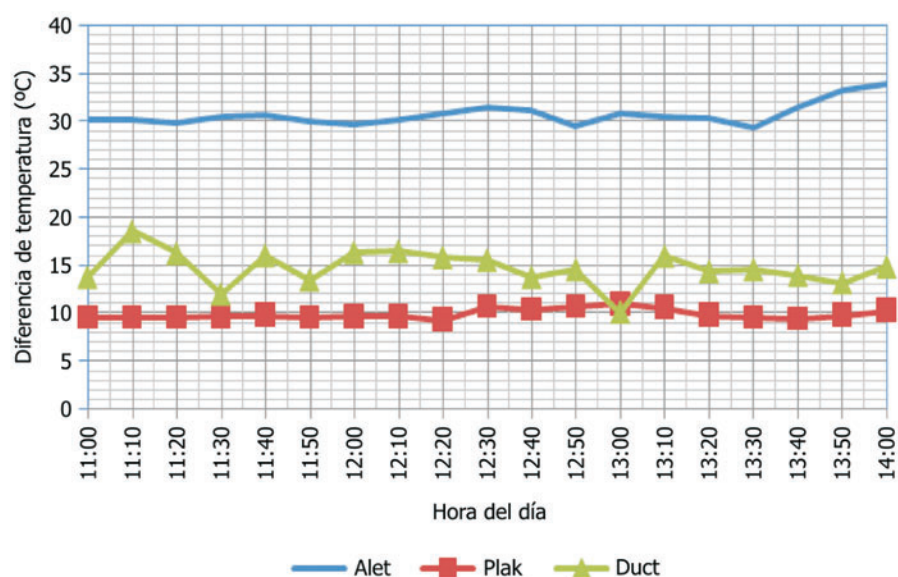


Figura 3.- Gradientes de temperatura en tres modelos de calentadores,  $\dot{m} = 0,00729$ - $0,01458 \text{ kg/s}$ .

la entrada y a la salida del calentador. Es notable que el calentador con aletas supera a las otras configuraciones logrando gradientes promedio  $\Delta T = 30^\circ$ , para el de conductos cilíndricos  $\Delta T = 15^\circ$  y para el de placas  $\Delta T = 9,85^\circ\text{C}$ . Para un flujo máscico mayor, equivalente a  $0,02187 \text{ kg/s}$  se logran menores gradientes de temperatura, sin embargo se repite el mejor comportamiento para el calentador con aletas y es semejante

entre los otros dos modelos de calentadores de aire, ver figura 4.

Con base en la ecuación (1), se determinó la eficiencia instantánea del calentador con aletas para los flujos máscicos indicados arriba, que para la sección transversal del calentador corresponden a velocidades de  $0,5$ ,  $1$ , y  $1,5 \text{ m/s}$ .

$$\eta_i = \frac{Q_u}{A_c G_T} \quad (1)$$





## Nuevo videoscopio de imagen supernítida

El videoscopio Iplex RX, además de proporcionar una inigualable calidad de imagen, es portátil y fácil de usar. El Iplex RX es ideal para aquellos inspectores que requieren resultados de inspección altamente precisos e indiscutibles.



### Videoscopio industrial

## **iPLEX RX**

- Imágenes extremadamente claras y nítidas, gracias al exclusivo procesador de imagen PulsarPic™.
- Gran capacidad para depurar la imagen.
- Unidad compacta, portátil y de posicionamiento adaptable para una inspección confortable.
- Estructura robusta, conforme a la norma MIL-STD e índice de protección IP55.



Siendo:

$A_c$ : área de captación [ $m^2$ ].

$G_T$ : irradiancia solar instantánea [ $W/m^2$ ].

$Q_u$ : calor útil [ $W$ ],  $Q_u = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{in} - T_o)$ .

$c_p$ : calor específico [ $kJ/kg \cdot K$ ].

$\dot{m}$ : flujo másico.

$T_{in}$ : temperatura del aire en la entrada al calentador [ $K$ ].

$T_o$ : temperatura de salida del calentador [ $K$ ].

En el mejor comportamiento se logran eficiencias en el rango de 46 a 84% que corresponde a flujo másico de  $\dot{m} = 0,02187 \text{ kg/s}$ , equivalente a una velocidad del aire a través del calentador de 1,5 m/s, en el peor caso las eficiencias se encuentran en el rango de 26 al 40% que corresponde a trabajar con el menor flujo másico, equivalente a una velocidad del aire a través del calentador de 0,5 m/s. La figura 5 muestra las curvas de eficiencias para las diferentes velocidades de flujo de aire.

El flujo másico es el parámetro con mayor representación en el valor de la eficiencia térmica, para el flujo másico de 0,01458 kg/s se logra un gradiente de 38,74°C con ello se tiene una viscosidad cinemática de  $1,756 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  y se obtiene un número de Reynolds de 3.701,59, sin embargo cuando el flujo másico es de 0,02187 kg/s, 50% mayor al primero; el gradiente térmico es de 29,26°C, la viscosidad cinemática de  $1,59 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ , resultando el número de Reynolds de 6.132,07, 66% mayor al primero.

### Flujo Natural

Para este caso, el flujo de aire a través del calentador está en función de la temperatura del aire que se logre por el mismo calentador, siendo fundamentales los gradientes de temperatura. Para la evaluación térmica del

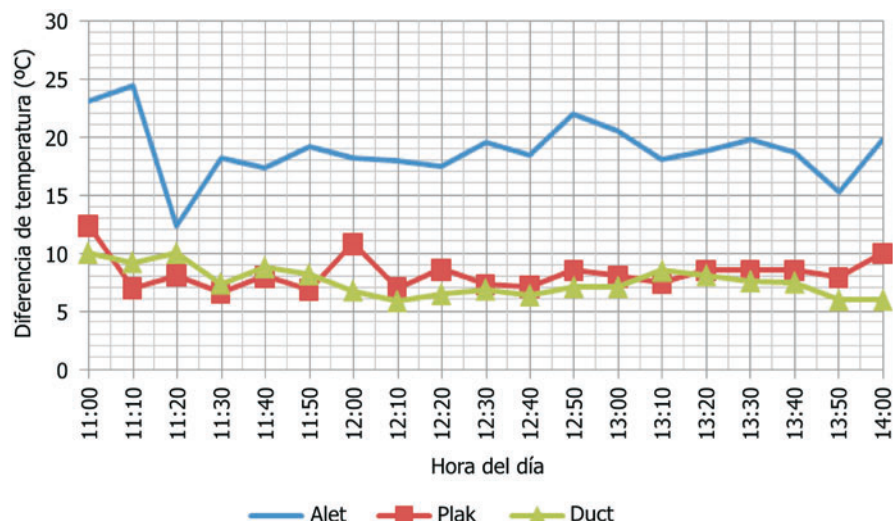


Figura 4.- Gradienates de temperatura en tres modelos de calentadores,  $\dot{m} = 0,02187 \text{ kg/s}$ .

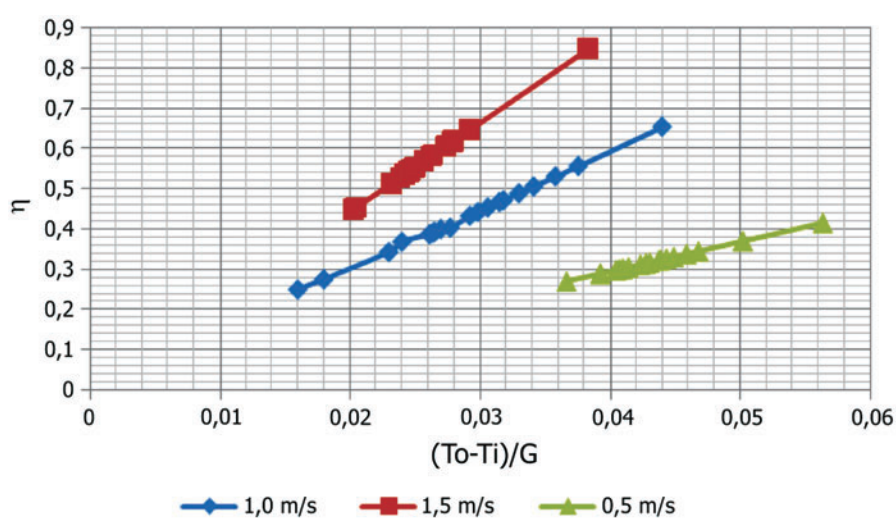


Figura 5.- Eficiencia instantánea para diferentes velocidades del aire a través del canal.

equipo la temperatura de entrada se toma equivalente a la del ambiente. Un resultado representativo del comportamiento del calentador con flujo natural con base en tres días de pruebas, se muestra en figuras 6, 7 y 8. En esta última se hace el comparativo entre la temperatura del aire en la entrada y las de salida, con respecto a la irradiancia solar que incide sobre la superficie inclinada. A partir de estos datos, de las propiedades del fluido y de las correlaciones para convección natu-

ral, se determina la cantidad de energía que se transfiere al aire al pasar a través de las placas con aletas, las pérdidas de calor a los alrededores, el calor útil y la eficiencia térmica, tomando en consideración las ecuaciones siguientes; las gobiernan el fenómeno físico.

Para flujos internos entre placas con ángulo de inclinación  $\beta$  con respecto a la horizontal, con relación entre longitud (L) y espesor (E)  $L/E > 10$ ; el número de Nusselt se obtiene con la ecuación (2) de acuerdo a Mills<sup>[7]</sup>:

$$Nu = 1 + 1,44 \left[ 1 - \frac{1708(\sin 1,9\beta^{1/3})}{Ra \cdot \cos \beta} \right] \left[ 1 - \frac{1708}{Ra \cdot \cos \beta} \right] + \left[ \left( \frac{Ra \cdot \cos \beta}{5930} \right)^{1/3} - 1 \right] \quad (2)$$

El producto transmitancia absortancia ( $\tau\alpha$ ), el coeficiente de pérdidas de calor ( $U_L$ ) y el factor de remoción de calor ( $F_R$ ) se determinan usando las siguientes ecuaciones, propuestas por Duffie and Beckman<sup>[8]</sup>:

$$U_L = \frac{Q_u - H_t(\tau\alpha)}{T_a - T_p} \quad (3)$$

$$F_R = \frac{Q_u}{H_t(\tau\alpha) - U_L(T_{in} - T_a)} \quad (4)$$

La eficiencia térmica del calentador se determina usando la ecuación (5), Hottel and Whillier<sup>[9]</sup>:

$$\eta = F_R(\tau\alpha) - F_R U_L \frac{T_{in} - T_a}{H_t} \quad (5)$$

Para el análisis térmico de la aleta rectangular se emplean las ecuaciones (3) y (4), Mills<sup>[7]</sup>:

$$\eta_f = \frac{1}{\beta_L} \tan h \beta L \quad (6)$$

$$\beta^2 = \frac{hP}{KA_c} \quad (7)$$

Siendo:

$R_a$ : número de Rayleigh .

$H_t$ : irradiancia solar promedio durante el día [ $W/m^2$ ].

$T_a$ : temperatura ambiente [K].

$T_p$ : temperatura de la placa absorbadora [K].

$A_c$ : área de la sección transversal de la aleta [ $m^2$ ].

$k$ : conductividad térmica [ $W/mK$ ].

$p$ : perímetro de sección transversal de la aleta [m].

Nusselt entre placas	3.927	Calor ganado por el aire al pasar entre las placas con aletas	249,278 W
Coeficiente de convección entre placas	2.254 $W/m^2 K$	Pérdidas de calor desde el calentador a los alrededores	130,426 W
Nusselt en aletas	9.218	Coeficiente de remoción de calor del calentador de aire	0,262
Coeficiente de convección provocado por las aletas	6,55 $W/m^2 K$	Eficiencia térmica	39,66%

Tabla 1.- Resumen de parámetros para evaluar la eficiencia térmica del calentador de aire.

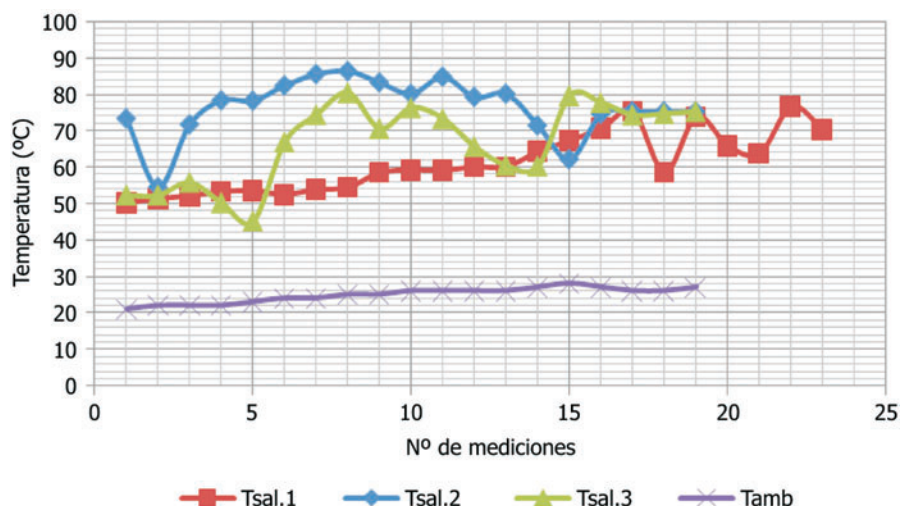


Figura 6.- Temperaturas del aire en la salida del calentador para diferentes días de prueba.

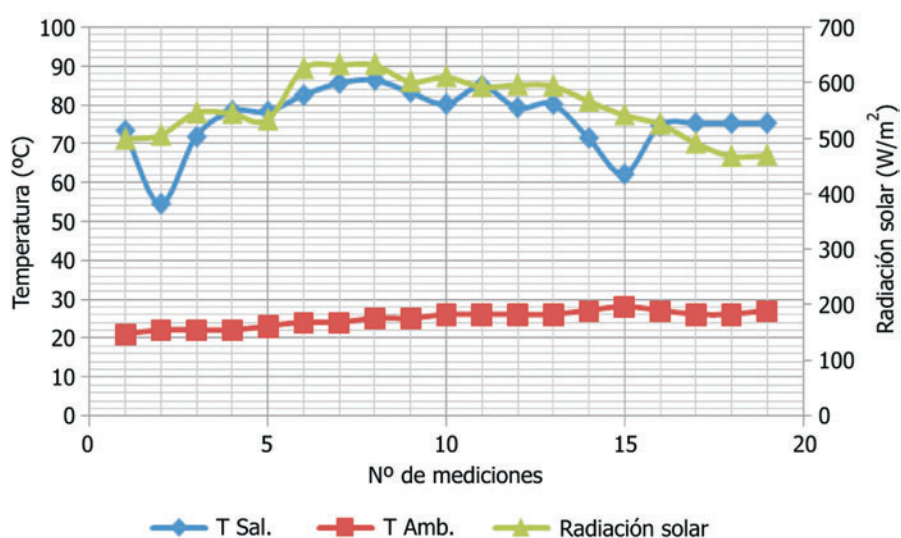


Figura 7.- Comportamiento del calentador de aire con base en la temperatura promedio en la salida.

$h$ : coeficiente de transferencia de calor por convección [ $W/m^2K$ ].

$L$ : longitud de la aleta [m].

$\eta_f$ : eficiencia instantánea de la aleta.

En la tabla 1 se muestra un resumen de los parámetros considerados en la evaluación de la eficiencia térmica.

## CONCLUSIONES

El calentador de aire con aletas rectangulares se experimentó con flujo forzado y natural, en el primer caso se trabajó con flujos de 0,00729, 0,01458 y 0,02187 kg/s, equivalente a velocidades de aire promedio a través del canal de 0,5, 1,0 y 1,5 m/s, logrando mejor comportamiento con el mayor flujo másico, también fue bajo estas condiciones que se comparó con dos modelos diferentes de calentadores de aire, el de placas paralelas y el de conductos cilíndricos, superando a estos modelos hasta en 50% su desempeño térmico, con base a los



gradientes térmicos alcanzados con cada calentador.

El estudio muestra que las aletas tienen una influencia significativa en el desempeño térmico del calentador, en primer lugar porque son elementos que eficientan la transferencia de calor y en segundo lugar, porque frenan al aire aumentando la permanencia del aire a través del canal y por lo tanto se mejora la transferencia de calor. Adicionalmente el flujo másico es el parámetro con mayor representación en el valor de la eficiencia térmica, para el flujo másico de 0,01458 kg/s se logra un gradiente de 38,74°C con ello se tiene una viscosidad cinemática de  $1,756 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ , se obtiene un número de Reynolds de 3.701,59 y por lo tanto un número de Nusselt de  $\text{Nu} = 14.198$ , sin embargo cuando el flujo másico es de 0.02187 kg/s, el gradiente térmico es de 29,26°C, la viscosidad cinemática de  $1,59 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ , resultando el número de Reynolds de 6.132,07 y el número de Nusselt de 21.249. A menor flujo másico mayor gradiente térmico y menor eficiencia térmica y a mayor flujo másico, menor gradiente térmico y mayor eficiencia térmica. Lo anterior se corrobora con los resultados obtenidos al operar con flujo natural, que aunque se logran temperaturas de salida promedio a 60°C y en los mejores casos arriba de 80°C, así como gradientes máximos de 55°C entre la temperatura de salida y entrada del aire, su eficiencia térmica solo alcanza el 39,66%; por lo tanto para aprovechar la capacidad térmica del equipo es recomendable trabajar con flujos forzados. Finalmente, se continuará con los estudios experimentales y de simulación para establecer el flujo

másico óptimo, el número de aletas, dimensiones y distribución, con el propósito de establecer las características de construcción y condiciones de operación del calentador, para lograr la máxima eficiencia térmica.



#### REFERENCIAS

- [1] Tiris G., Tiris M., Dincer I., (1995) Investigation of the thermal efficiencies of a solar dryer. *Energy Conversion & Management* 36 (3), 203–212.
- [2] Goyal R.K., Tiwari G.N., (1997) Parametric study of a reverse flat-plate absorber cabinet dryer: a new concept. *Solar Energy* 60 (1), 41–48.
- [3] Torres E., Navarrete J.J., Cervantes J.G. (2004) Thermodynamic optimization as an effective tool to design solar heating systems. *Energy* 29, 2305–2315.
- [4] Prasad N. (2013). Thermal performance of artificially roughened solar air heaters. *Solar Energy*, 59-67.
- [5] El-khawajah M.F., Aldabbagh L.B. and Egelioglu F. (2011). The effect of using transverse fins on a double pass flow solar air heater using wire mesh as an absorber. *Solar Energy*, 1479-1487.
- [6] Esakkimuthu S., Hakim A., Palaniappan C., Spinnler M., Blumenberg J., and Velraj R. (2013). Expe-

rimental investigation on phase change material based thermal storage system for solar air heating applications. *Solar Energy*, 144-153.

- [7] Mills A. F. (1997) *Transferencia de Calor*, pp. 82-109. Mc Graw Hill, E.U.
- [8] Duffie J.A. and Beckman W.A. (2006) *Solar Engineering of Thermal Processes*, 3rd edn. pp. 238-321. John Wiley and Sons, New York.
- [9] Hottel H.C., Whiller A. A. (1958) Evaluation of flat-plate solar collector performance, *Transaction Conference Use Solar Energy*: 2(1), 74 – 104.
- [10] Busso A., Sogary N., Leyes M. (2003). Secado solar de productos hortícolas en el nordeste Argentino. *Memorias del XXVII Semana Nacional de Energía Solar*, Octubre 6-10. Chihuahua, México.
- [11] Belessiotis V., Delyannis E. (2011) Solar Drying. *Solar Energy*, 1665–1691.
- [12] Busso A. (2003) Simple modeling and experimental correlation of a tunnel solar air heater using flat plate air collector formalism. *Memorias del XXVII Semana Nacional de Energía Solar*, Octubre 6-10, Chihuahua, México.
- [13] Ananth J., Jaisankar S. (2014) Investigation on heat transfer and friction factor characteristics of thermosiphon solar water heating system with left-right twist regularly spaced with rod and spacer. *Energy*, 357-363.

V. Flores, M. Bedolla, J. Bedolla, F. Hernández.  
Departamento de Metal-Mecánica,  
Instituto Tecnológico de Apizaco,  
Apizaco Tlaxcala, México.

»» América en el objetivo de la información

# ERA SOLAR

Fototérmica & Fotovoltaica »» Edición América



La plataforma de comunicación para los profesionales del sector energético solar de ambos lados del Atlántico

30 1983 - 2013  
AÑOS  
Informando de  
ENERGÍA SOLAR

revista técnica en formato digital  
solicitenos su ejemplar gratuito

[www.erasolar.com](http://www.erasolar.com)  
[edicion.america@erasolar.com](mailto:edicion.america@erasolar.com)





## Proyecto ARES

### Acceso a red de estaciones solares

L. Ramírez, R. Bojo, J. Valero, S. Wilbert, L.F. Zarzalejo, A. Paz, G. García, W. Reinalter, R.X. Valenzuela, G. Díaz-Herrero, A. Campos, T. Wolfertstetter

El objetivo del Proyecto ARES (Acceso a Red de Estaciones Solares) es facilitar el acceso a datos registrados en estaciones de medida de la radiación solar, a través de la definición y puesta a punto de una plataforma para la incorporación y el acceso estandarizado a la información. Así, entre los objetivos, se incluyen la homogeneización de los procedimientos de: adquisición de datos, control de calidad, almacenamiento y tratamiento. Aunque se pretende desarrollar una herramienta que pueda extenderse a estaciones semejantes por configuración o variables medidas, el lanzamiento de la iniciativa se enmarca en el contexto de la colaboración entre distintas Divisiones del CIEMAT con el Departamento de Qualification del "Institute of Solar Research" del DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt). En esta primera etapa, se unificarán criterios en el contexto de las estaciones ubicadas en la PSA.

El objetivo del Proyecto ARES (Acceso a Red de Estaciones Solares) es facilitar el acceso a datos registrados en estaciones de medida de la radiación solar. Para ello, se pretende poner operativa una plataforma web

para la incorporación y el acceso estandarizado a la información. El lanzamiento de este proyecto se realiza en el contexto de la colaboración entre el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambienta-

les y Tecnológicas) y el DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), para la recopilación de la información registrada en estaciones de medida de la radiación solar localizadas en la Plataforma Solar de Almería (PSA). Por parte de CIEMAT, destaca además la colaboración entre distintas Divisiones, como son: el Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas (CETA), la División de Energías Renovables y la propia PSA. A través de ARES será posible acceder a la información medida en las estaciones disponibles, con la garantía de la unicidad en los procedimientos de adquisición, de control de calidad, almacenamiento y tratamiento de datos. Los procedimientos implantados, serán el fruto de la coordinación de los grupos de trabajo participantes, para abastecer las necesidades de los investigadores y proyectos relacionados con la radiación solar.

En la primera fase de ARES se incorporarán los datos registrados en las estaciones PSA actualmente en operación y en el contexto del Proyecto DNICast ([www.dnicast-project.net](http://www.dnicast-project.net)). El objetivo de este proyecto es la mejora de la predicción de la radiación solar directa con alta resolución espacial y temporal, para lo que se desarrollarán metodologías cuyos resultados serán validados en la red de estaciones de la PSA.

En una segunda fase, se incorporarán aquellas estaciones meteorológicas semejantes por configuración o variables medidas, como es el caso de las estaciones del CIEMAT en Madrid, Lubia (Soria), Trujillo (Cáceres) y Zamora. En una tercera fase, será posible también incorporar datos de estaciones de terceros con configuraciones similares.

El proyecto contempla actuaciones en tres tareas bien diferenciadas:

1) Operación y mantenimiento de las estaciones de medida.

En esta tarea se incluyen las actuaciones relacionadas con el registro de los datos, como: la recopilación de los metadatos de la estación (ubicación, sensores, características, calibraciones...), la recogida automática de datos medidos de cada estación y su envío a servidor centralizado, y el mantenimiento de los equipos de medida (operaciones de limpieza, revisión y calibraciones periódicas de toda la instrumentación disponible, especialmente los sensores de radiación solar).

2) Desarrollo y gestión de una base de datos.

Incluye el diseño y creación de una estructura de base de datos robusta y fiable, en la que los datos de cada estación se almacenen de forma independiente pero con las mismas funciones de gestión y control de

calidad de los datos almacenados. Esta estructura permitirá incorporar de forma sencilla nuevas estaciones.

3) Desarrollo de la interface web de acceso la información.

Se definen unas interfaces (basadas en la localización geográfica de las estaciones) a través de las cuales se puede acceder a los datos de las distintas estaciones, periodos y variables registrados, etc., a través de distintos protocolos de consulta.

En la actualidad, se está trabajando en la fase 1 (en el contexto de la red radiométrica de la PSA), en la que los niveles 1 y 2 se encuentran plenamente desarrollados.

#### TAREA 1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Dentro de la tarea de operación y mantenimiento de ARES, en esta primera fase se ha procedido a la identificación de estaciones y equipos de la PSA susceptibles de ser incorporados al proyecto. Las actuaciones destacadas están relacionadas con:

- Recopilación de metadatos (iniciales y los correspondientes a posibles cambios durante la operación): se han diseñado y completado unas tablas en las que se contempla toda la información relacionada con la estación, y que puede ser de relevancia en el análisis posterior de los datos medidos. Así, en estas se incluyen dos niveles de información:
  - Nivel estación: que incluye por

ejemplo la localización precisa de la estación, entendiéndose por estación el conjunto de instrumentos/sensores que operan y registran datos en una localización específica.

- Nivel instrumento: que incluye la descripción detallada de los instrumentos que conforman cada estación (localización dentro de la estación, histórico de localizaciones, marca, modelo, número de serie, características, constantes de calibración, histórico de calibraciones,...).

- Tareas de mantenimiento: implementación de mantenimientos diarios, semanas y anuales según las recomendaciones de la Baseline Surface Radiation Network (BSRN, <http://bsrn.awi.de/>), referente mundial en la medida de la radiación solar<sup>[1,2,3]</sup>. Incluyen por ejemplo las calibraciones de los radiómetros de cada estación siguiendo los estándares internacionales ISO<sup>[4,5,6,7]</sup> y ASTM<sup>[8,9,10]</sup>. Las infraestructuras y capacidades disponibles en la estación METAS<sup>[11]</sup> permiten garantizar las calibraciones periódicas de los radiómetros operativos (calibraciones anuales como mínimo).

- Recogida automática de datos: definición e implementación de la automatización del almacenamiento de los datos medidos en cada estación y su envío a servidor centralizado ubicado en CETA. Esta tarea se encuentra operativa en el contexto de las 19 estaciones de medida de la PSA que aportan información al proyecto DNI-

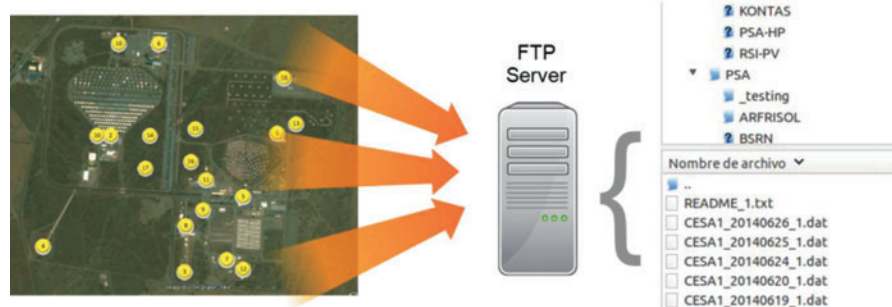


Figura 1.- Esquema de recogida de datos en las estaciones radiométricas de la PSA.



Cast. Así, la configuración establecida permite que diariamente se generen los ficheros con los datos de cada estación (las variables registradas son generalmente: irradiancia global horizontal, difusa, directa normal, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección de viento), y éstos son volcados al servidor central vía FTP de forma automatizada. La figura 1 muestra la ubicación de estas estaciones dentro de la PSA y el esquema de recogida de datos.

## TAREA 2. BASE DE DATOS

La Tarea 2 incluye las actuaciones relacionadas con la gestión de la información recopilada en el servidor central. Para ello, es imprescindible diseñar e implementar una base de datos a la que volcar la información de los ficheros y que se posibilite así el tratamiento de los datos de forma robusta y eficaz.

Las actuaciones destacadas están relacionadas con:

- Diseño e implementación de la base de datos: las necesidades consideradas a la hora de diseñar la base de datos se pueden resumir en:

- Análisis de requerimientos previos: Restricciones de acceso a datos. Metadatos (calibración + ubicación + eventos ...).
- Consultas sobre los "datos en bruto".
- Modelos relacionales: Organizaciones / Grupos / Contactos. Estaciones / Instrumentos. Configuraciones. Eventos. Datos.
- Análisis de requerimientos de explotación de la BBDD: Creación de tablas, relaciones y restricciones.

En la figura 2 podemos ver la estructura de la base de datos implementada para los datos brutos.

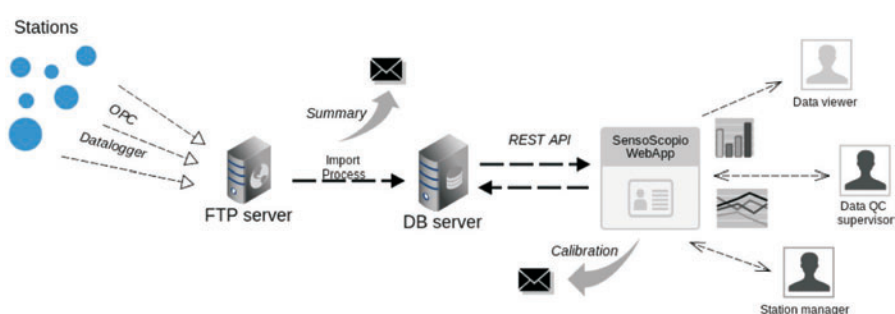


Figura 2.- Esquema de funcionamiento.

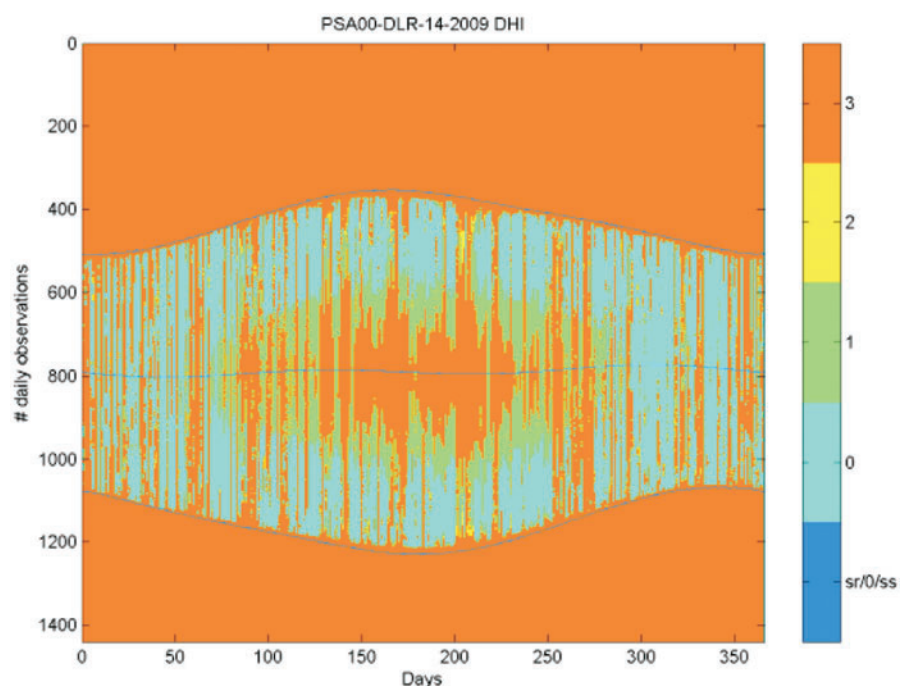


Figura 3.- Representación para la verificación del "timestamp".

- Tratamientos de control de calidad y validación: además de los datos brutos, en la base de datos se van a implementar procedimientos que permitan determinar y almacenar información relacionada con el:
- Timestamp o "registro del tiempo" de los datos.
- El control de calidad de las observaciones (criterios BSRN y propios).

Así, una vez se inserten los datos de cada estación, se crearán de manera dinámica dos estructuras en forma de tabla (según los sensores y demás información que se suministre) donde, en la primera, se insertarán los datos recopilados y, en la segunda, por cada dato y por cada columna

(variable) se incluirá la calidad del mismo en base a los algoritmos de control de calidad de dato aplicados.

- Cálculo y validación de datos horarios.
- Cálculo y validación de datos diarios.
- Cálculo y validación de datos mensuales.

## TAREA 3. APLICACIÓN WEB

La tercera Tarea dentro de la fase 1 de ARES se encuentra en estos momentos en pleno desarrollo. En ella se pretende definir e implementar un conjunto de "interfaces" que permitan un acceso eficiente y sencillo a la información almacenada.

# TRATÁNDOSE DE ENERGÍA SOLAR, UNA ÓPTIMA FORMACIÓN ES SIEMPRE LA MEJOR GARANTÍA



Foto: Jorgen Koopmanschap, Studio Gemini



## CENSOLAR

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR  
*SOLAR ENERGY TRAINING CENTRE*

*Asociado a Solar Energy International*

- Primer Centro en formación de especialistas en energía solar fototérmica y fotovoltaica
- Certificación Internacional ISO 9001
- Bibliografía técnica y software profesional
- Formación continua para empresas y Formación Profesional Ocupacional a coste cero
- Cursos para la obtención del Certificado de Profesionalidad en energía solar
- Sección especial de enseñanza a distancia (América y Europa) para la obtención del Diploma de **PROYECTISTA INSTALADOR DE ENERGÍA SOLAR**

**CENSOLAR**, Parque Industrial PISA, c/ Comercio, 12  
41927 Mairena del Aljarafe, Sevilla (España)

Tlf.: 954 186 200 Fax: 954 186 111 Email: [central@censolar.edu](mailto:central@censolar.edu)

[www.censolar.edu](http://www.censolar.edu)

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification





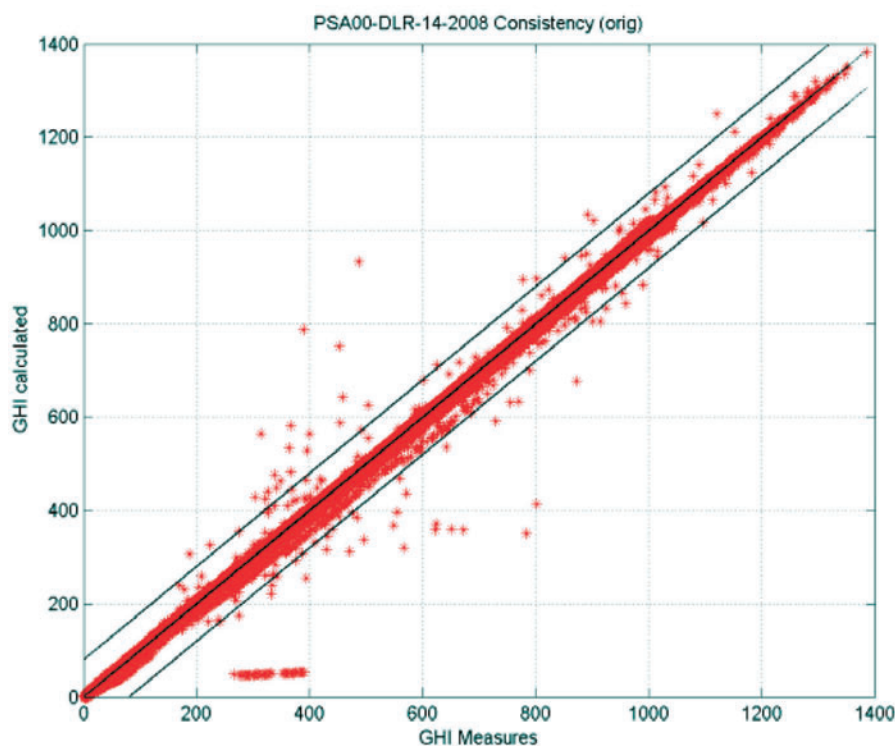


Figura 4.- Representación para la verificación del control de calidad.

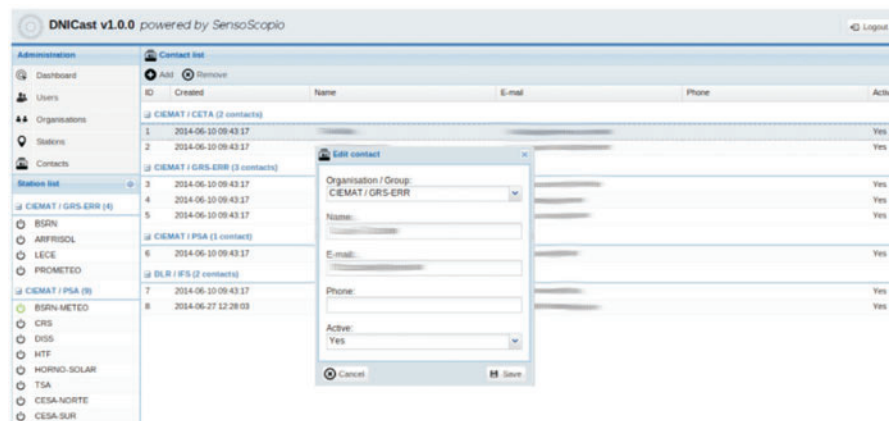


Figura 5.- Captura de pantalla de gestión de organizaciones, grupos y contactos.

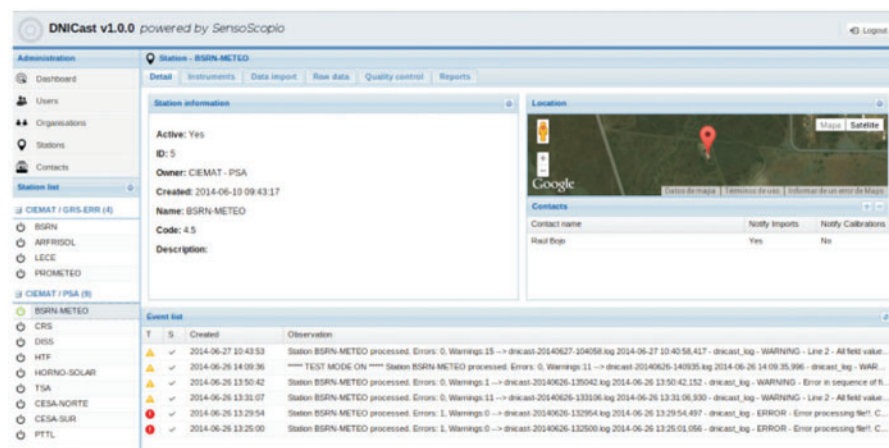


Figura 6.- Captura de pantalla de identificación detallada de estaciones.

De forma resumida, se pretende desarrollar una aplicación web que permita:

- La administración de la propia plataforma:
  - Gestión de control y autenticación para acceso.
  - Administración de "roles" de los usuarios.
  - Gestionar organizaciones, grupos y contactos.
- La administración de la base de datos:
  - Información detallada de la estación (ubicación, contactos, eventos...) (figura 5).
  - Información detallada instrumentación (ubicación, calibración, logbook).
  - Administración de las configuraciones de importación de datos.
  - Acceso a los datos sin procesar.
  - Administración de los controles de calidad (físicos y lógicos).
- La realización de consultas predefinidas:
  - Gestión de consulta de datos (consultas más frecuentes).

## CONCLUSIONES

En esta comunicación se presenta un resumen del proyecto ARES que tiene por objetivo la homogeneización de los procesos de medida, almacenamiento, tratamiento y acceso a información de radiación solar. La primera fase de ARES supone la incorporación a este sistema de trabajo de la red radiométrica de la PSA, la cual destaca por sus especiales características de instrumentación de primer nivel, medición de alta densidad espacial y frecuencia temporal. ARES aspira a crecer, facilitar y promover los trabajos de todos aquellos investigadores interesados en profundizar en el conocimiento, al más alto nivel, de la radiación solar como fuente de energía.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Unión Europea y en particular al proyecto del '7º Programa Marco de la Unión Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración' DNICast la financiación parcial que ha hecho posible poner en marcha esta iniciativa. La creación del Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas (CETA) ha sido co-financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

## REFERENCIAS

- [1] König-Langlo, G., Sieger, R., Schimithüsen, H., Bücker, A., Richter, F. y Dutton, E. G., (2013). Update of the technical plan for BSRN data management. pp. 1-30. Editado por: Publications Board y WMO. Serie: World Meteorological Organization. Geneva (Switzerland).
- [2] Long, C. N. y Dutton, E. G., (2009). BSRN recommended QC\_tests V2.0. [http://wiki.pangaea.de/wiki/BSRN\\_Toolbox#Quality\\_Check](http://wiki.pangaea.de/wiki/BSRN_Toolbox#Quality_Check) (9-3-2009).
- [3] McArthur, L. J. B., (2004). Base-line Surface Radiation Network (BSRN). Operations manual V2.1. Serie: World Climate Research Programme. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva (Switzerland).
- [4] ISO (The International Organization for Standardization). (1993). Solar energy - Calibration of a pyranometer using a pyr heliometer; ISO 9846.
- [5] ISO (The International Organization for Standardization). (1992). Solar energy - Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer; ISO 9847.
- [6] ISO (The International Organization for Standardization). (1990). Solar energy - Calibration of field pyr heliometers by comparison to a reference pyr heliometer; ISO 9059.
- [7] ISO (The International Organization for Standardization). (1990). Solar Energy - Field Pyranometers - Recommended practice for use; ISO 9901.
- [8] ASTM International. (2002). Standard Test Method for Calibration of Pyr heliometers by Comparison to Reference Pyr heliometers; E 816 – 95.
- [9] ASTM International. (2002). Standard Test Method for Transfer of Calibration From Reference to Field Radiometers; E 824 – 94.
- [10] ASTM International. (2000). Standard Test Method for Calibration of a Pyranometer Using a Pyr heliometer; G 167 – 00.
- [11] Zarzalejo L. F., Ramírez L., Valenzuela R. X., Polo J., Wilbert S., Wolfertstetter F., Hanrieder N., Nouri B., García G., Liria J. y Campos A. (2014). METAS: Estación Meteorológica para Tecnologías Solares (Meteorological Station for Solar Technologies). Proceedings of XXXVIII Semana Nacional de Energía Solar y XI Congreso Iberoamericano de Energía Solar, 8-10 de octubre, Querétaro, México. ERA SOLAR, 2015, nº186, 18-22.
- L. Ramírez, L.F. Zarzalejo, R.X. Valenzuela. División de Energías Renovables (Departamento de Energía), CIEMAT, Madrid (España).
- R. Bojo, A. Paz, G. Díaz-Herrero. Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas (Departamento de Tecnología), CIEMAT, Trujillo, Cáceres (España).
- J. Valero, G. García, A. Campos. División Plataforma Solar de Almería (Departamento de Energía), CIEMAT, Tabernas, Almería (España).
- S. Wilbert, W. Reinalter, F. Wolfertstetter. Institute of Solar Research, German Aerospace Center (DLR), Tabernas, Almería (España).

*la información  
de última hora*

*en* **ERA SOLAR** **NET**  
La Actualidad de la Energía Solar  
[www.erasolar.es](http://www.erasolar.es)



# Juegos del lenguaje para recortar derechos

## Análisis sobre el proyecto de normativa de autoconsumo



**Pablo Corredoira**  
Responsable financiero de UNEF  
Unión Española Fotovoltaica

La nueva propuesta empeora sustancialmente el borrador de Real Decreto que el Gobierno sometió a propuesta pública en 2013 al inicio de la "contrarreforma energética". Sin embargo, lo más sorprendente del nuevo borrador es la sensación de incredulidad que produce su lectura al comprobar que, un Gobierno que se jacta de liberal, sea capaz de urdir una norma tan restrictiva, represiva y coercitiva. Por utilizar un simple símil, el borrador de Real Decreto es a la energía lo que la llamada Ley Moraza a los derechos civiles.

Debe destacarse que, tratándose de una norma que afecta no sólo al profesional sino al conjunto de los ciudadanos que podrían beneficiarse de generar una parte de su consumo energético, su redacción es farragosa e intencionadamente obtusa. En lugar de usar un lenguaje directo respecto a lo que se permite, prohíbe o veta, el texto sutilmente remite a otras normativas restrictivas, o acota las posibilidades de las tecnologías y sanciona aquello que no esté contemplado en el borrador.

Como muestra valga indicar que se impide la puesta en marcha de autoconsumos renovables de potencia superior a 100 kW (salvo que se hagan a través de una línea directa).

**E**l pasado 5 de junio despertamos con una noticia que nos dejó con una sensación de estupor tanto a los profesionales del sector como a quienes estamos concienciados con un cambio hacia un modelo energético eficiente y sostenible: El proyecto de Real Decreto de Autoconsumo.



Sin embargo, dicha prohibición no se precisa en ningún momento, simplemente se indica que se podrán poner en funcionamiento plantas de más de 100 kW, eso sí, siempre y cuando estas sean cogeneración. Un puro ejercicio de semántica. ¿Para qué va a descubrir el legislador sus verdaderas intenciones expresando las cosas de forma clara y concisa cuando se puede hacer de forma indirecta?

Otro ejemplo de esta sutileza se observa en la prohibición de las baterías en los sistemas de autoconsumo con tecnología renovable. En ningún momento se indica que estas no se puedan instalar; de hecho, en una primera lectura, parece que el ministerio permite autoconsumo con acumulación. Nada más lejos de la realidad. Tras un análisis detallado de la norma se observa que las instalaciones de  $P \leq 100$  kW tienen prohibido el uso de cualquier tipo de sistema de acumulación atendiendo a requisitos técnicos que establece una norma anterior. Es más, pareciera que el legislador no conociera la norma ya que, además de la prohibición mencionada, la propues-

ta incluye un cargo o peaje que hace inviable el uso de baterías.

Nuevamente este constante juego de circunloquios se pone de manifiesto con la segregación que el borrador hace respecto de los colectivos que pueden instalar sistemas de autoconsumo. En efecto, el texto indica que sólo los consumidores que tengan contratado su suministro eléctrico en mercado libre podrán ser autocon-

midores. Dicho de otra forma, se impide el acceso a los consumidores que tengan el bono social (2,5 millones de consumidores) o contratado el precio Voluntario al Pequeño Consumidor (más de 15 millones de usuarios). Esta limitación nos lleva a preguntarnos por qué un pensionista, un parado o simplemente una familia numerosa no pueden autoconsumir la energía sin renunciar a sus derechos.

Parece como si se quisiera asimilar el autoconsumo a un privilegio al alcance de unos pocos e impedir su acceso al conjunto de la sociedad que podría obtener de su utilización una herramienta de gestión de sus finanzas familiares.

Todas las barreras de entrada que levanta la norma en contra del autoconsumo empujan a los consumidores ante el tratamiento de los pagos que deben soportar los autoconsumidores. Uno de los hechos más contestados del anterior borrador de 2013 fue el establecimiento del peaje de respaldo. De nuevo una primera lectura puede llevar a pensar que la nueva redacción mejora el tratamiento. Sin embargo, de forma sutil, el nuevo peaje de respaldo es en términos relativos (es decir confrontando su importe con el del actual peaje de acceso del término de energía) más gravoso y lesivo que el anterior.

Desde UNEF nos oponemos frontalmente al peaje de respaldo o cargo. Siempre hemos defendido que el autoconsumidor tiene que contribuir a soportar los costes del sistema por el uso efectivo que hace de las redes (al igual que el resto de consumidores). Para ello, como cualquier otro consumidor, paga los costes del sistema por la potencia que tiene contratada en su suministro y, al igual, que el resto de consumidores, tiene que pagar los costes del sistema por la energía adquirida de la red. Sin embargo, no compartimos y nos oponemos a que se paguen estos costes cuando no se utiliza la red porque se está autoconsumiendo.

Es como si se quisiera cobrar a alguien por leer con luz natural en lugar de encender la bombilla.

El tratamiento del peaje en los sistemas extrapeninsulares roza el esperpento. Por un lado, la memoria del borrador de autoconsumo reconoce, por ejemplo, que en Canarias el sistema se ahorraría hasta un 50% de los costes si hubiera autoconsumo y, sin embargo, en vez de promover su desarrollo liberándolo de cargos y peajes, simplemente exime de su pago durante un pequeño periodo de menos de 5 años.

Desde el sector observamos con nostalgia ese primer borrador de Real Decreto que circuló en noviembre de 2011. Un borrador que, si bien no era perfecto, y de hecho fue objeto de muchos comentarios y alegaciones, al menos abría la puerta a un modelo razonable de desarrollo mediante la promoción del balance neto. También observamos con envidia como en Portugal, abandonando prejuicios y dogmatismos, han publicado una norma que permitirá que nuestros vecinos se beneficien de las ganancias de eficiencia energética que derivan de las instalaciones de autoconsumo.

Lo más curioso es que, pese a todas las piedras que el Ministerio ha puesto y pone en el camino y a toda la contaminación mediática que continuamente sale de los despachos de ciertos agentes que ven en el autoconsumo a su némesis, el autoconsumo sigue siendo una alternativa viable al actual modelo energético. La prueba palpable son los más de 22 MW puestos en marcha en 2014.

Sutilezas aparte, el autoconsumo es un fenómeno imparable, una maravilla tecnológica. Cualquier barrera que se le ponga únicamente podrá retrasarlo pero, en ningún caso, detenerlo.

Para más información pueden visitar la web: [www.unef.es](http://www.unef.es)



2015  
September 23-25  
**GREATER NOIDA**  
[www.ubmindia.in/renewable\\_energy](http://www.ubmindia.in/renewable_energy)



# Sustituir la Energía Solar Térmica por la bomba de calor en el CTE Normativa en contra de algunas justificaciones



**Pascual Polo**

Secretario General de ASIT  
Asociación Solar de la Industria  
Térmica

A finales de 2014 el Ministerio de Fomento publicó en la web del CTE el Documento Básico HE de Ahorro de Energía "con comentarios". Conforme a lo establecido en el artículo 35.g) de la Ley de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo ha respondido a numerosas consultas relacionadas con la interpretación y aplicación del Documento Básico DB HE del Código Técnico de la Edificación. Esta versión del DB HE incorpora, junto al texto articulado del DB, los principales comentarios, aclaraciones y criterios de aplicación resultado de dichas consultas.

**Esperamos con su difusión poder apoyar con algunos argumentos contrastados a profesionales del sector en su empeño para promocionar la tecnología solar térmica.**

Concretamente, en la página 49 de dicho DB HE con comentarios, se debería resaltar el último párrafo:

*"4- La contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio; bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana.*

Quisiéramos aprovechar este espacio, que nos cede la revista ERA SOLAR, para aclarar algunas dudas que constantemente nos llegan por parte de nuestros asociados e interesados relativas a la posibilidad de sustituir la solar térmica, en el ámbito del Código Técnico de la Edificación, por la bomba de calor.



*En el apéndice A de terminología de la sección HE0 se recoge la definición de energía procedente de fuentes renovables como aquella que incluye "la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás". Dicha definición reproduce la de la Directiva 2009/28/CE.*

*En el caso de sustitución de la contribución solar para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas proporcionada por una instalación solar térmica -según se define la misma en el Apéndice A "Terminología"- por la energía producida por bombas de calor, estas debe-*

*rán cumplir los requerimientos establecidos en la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE). En dicho documento se establece, entre otras especificaciones, el rendimiento medio estacional (SPF) mínimo de las bombas de calor para que puedan ser consideradas como energía renovable, valor que es de 2,5 para las bombas de calor accionadas eléctricamente y de 1,15 para las bombas de calor accionadas mediante energía térmica. Para proceder a la determinación del SPF de las bombas de calor accionadas eléctricamente, y siempre que no existan ensayos y certificados conforme a las normas correspondientes que lo determinen, podrá emplearse el documento reconocido del RITE "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".*

*5- Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada.*

*La aplicación de esta justificación requiere previamente que la sustitución se lleve a ca-*

*bo de acuerdo con lo especificado en el punto 4 anterior, que se refiere a la sustitución total o parcial de la contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas por una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.*

*Por tanto, en el caso de que se dispusiesen instalaciones de energías renovables que no estuviesen destinadas a satisfacer la demanda de ACS y/o climatización de piscinas cubiertas, no se estaría en el marco del cumplimiento de la exigencia del apartado 2 de esta sección y, por tanto, no se estaría en disposición de aplicar la justificación prevista en este punto 5."*

Nos hemos encontrado con casos en los que se está justificando dicha sustitución de la Solar Térmica por la bomba de calor. No obstante, esta justificación omite tanto los comentarios del Ministerio de Fomento como el detalle de que estas energías residuales deben proceder de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio. Punto que no se cumpliría.

En dicha justificación se afirma *"que el aprovechamiento residual de la energía (calor) que se extrae de la vivienda, resulta en cierto modo gratuito, energéticamente hablando"*, lo cual no sería correcto en muchos casos, ya que un sistema de calentamiento de ACS que emplea como fuente de calor el aire interior de un local, lo que está haciendo es sustraer calor del local para transmitirlo al depósito de ACS, de manera que el local se enfría y este tiene a su vez que ser calentado por el equipo de calefacción convencional. Tampoco sería siempre correcta la afirmación cuando el aprovechamiento de calor se realiza en el aire de extracción de la ventilación por renovación de aire de los locales, ya que debería asegurarse que no se fuerza el fun-

cionamiento de la ventilación para satisfacer la demanda de ACS.

También suele hacer una afirmación acerca de que el sistema por bomba de calor sería más respetuoso con el medio ambiente en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> que la opción solar con apoyo, que no es posible hacer sin haber definido el sistema con el cual se compara. El CTE 2013 establece precisamente un sistema de referencia con el cual comparar la instalación alternativa, precisamente para evitar esta indefinición. El sistema de referencia auxiliar que el CTE indica es una caldera de gas de rendimiento medio estacional del 92%, mientras que en el escrito se ha utilizado como instalación auxiliar un termo eléctrico, y no se justifica que se haya considerado en los cálculos la resistencia eléctrica auxiliar de la bomba de calor. Por ello, los cálculos así efectuados serían incorrectos.

Asimismo quienes pretenden justificar la sustitución dicen que la Directiva 2009/28/CE considera a las bombas de calor aire agua como energías renovables, lo cual no es cierto con carácter general. Lo cierto es que la directiva solo considera como renovables aquellas bombas cuyo rendimiento medio estacional (SPF) supere el valor de 2,5.

Adicionalmente, las directrices de la Decisión (2013/114/UE) que establecen el cálculo de la energía renovable procedentes de las bombas de calor de diferentes tecnologías llaman la atención de forma explícita sobre el SPF de las bombas de calor aerotérmicas, y en particular sobre aquellas que se empleen como calentadores de agua. En concreto en el apartado 3.3 *"Rendimiento mínimo de las bombas de calor que debe considerarse como energía renovable según la directiva"* se dice:

*"Los Estados miembros deben tener presente, en particular tratándose de bombas de calor con aire como fuente caliente, qué fracción de la potencia instalada de sus*

*bombas de calor tiene un SPF superior al rendimiento mínimo. Para esa evaluación, los Estados miembros pueden basarse en datos de pruebas y mediciones, si bien, en muchos casos, ante la falta de datos, la evaluación se puede limitar a un dictamen pericial efectuado por cada Estado miembro. Los dictámenes periciales deben ser conservadores, es decir, se debe tender a infraestimar más que a sobrestimar la contribución de las bombas de calor. Tratándose de calentadores de agua con aire como fuente caliente, solo en casos excepcionales tienen tales bombas de calor un SPF superior al umbral mínimo. Por otro lado únicamente el aire ambiente, es decir, el aire exterior, puede ser la fuente energética de una bomba de calor con aire como fuente caliente. No obstante, si la fuente energética es una mezcla de energía residual y energía ambiente (por ejemplo, aire de salida procedente de unidades de ventilación), el método utilizado para el cálculo de la energía renovable aportada debe reflejar este extremo."*

Respecto a los rendimientos de los equipos aportados por quienes pretenden justificar la sustitución, no se considera el rendimiento medio estacional (SPF) de las bombas de calor descritas, si no el COP de las mismas, por lo que no se puede concluir si estas bombas son renovables o no.

Por otra parte, en los documentos que presentan quienes pretenden justificar la sustitución se hace mención al artículo 5 apartado 5.1 punto 3 del CTE, donde se menciona la posibilidad de ofrecer soluciones alternativas a las establecidas en los Documentos Básicos. Sin embargo estas soluciones alternativas no pueden ser de cualquier tipo, en el punto 5 del apartado 2.2.1 de la propia sección HE4 del CTE 2013 se establecen las condiciones que deben cumplir las soluciones alternativas en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de energía primaria. En este caso no se cumplen estas condiciones por las razones expuestas anteriormente.



El Gobierno da la espalda al Sol

## La CNMC ve "imprescindible" el autoconsumo eléctrico

**E**n plena polémica por la presentación, hace unos días, de un borrador de decreto con el que el Gobierno dificulta el autoconsumo energético (pretende gravar esta práctica y la utilización de baterías para almacenar la energía), la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) considera que para alcanzar los objetivos de generación eléctrica con fuentes renovables es "imprescindible" contar con él. Así consta en su informe sobre la Propuesta de Planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020.

La CNMC reclama una normativa que fije las condiciones en que las pequeñas instalaciones puedan vender al sistema la energía no consumida. *"Para llegar al objetivo de generación solar sería necesario agregar varios miles de pequeñas instalaciones fotovoltaicas, presumiblemente sobre cubierta"*, señala el informe.

El texto añade: *"En lo que respecta a las tecnologías solares, la consolidación de*

*un escenario de alta penetración de renovables con una importante contribución del autoconsumo parece imprescindible para alcanzar los objetivos de potencia de generación eléctrica y, por ende, los derivados de los compromisos medioambientales adquiridos"*.

España, junto con el resto de Estados Miembros de la UE, se comprometió en 2007 a alcanzar una cuota del 20% de renovables sobre el consumo total de energía. Eso ocurrió en plena expansión del sector de las renovables, pero en 2012 el Gobierno decretó una moratoria a estas fuentes de energía. A lo largo de 2014, tanto la Comisión Europea como la Agencia Europea del Medio Ambiente alertaron de que España no iba bien encaminada. En el mes de junio, con datos actualizados, la Comisión vuelve a situar a España en el grupo de los incumplidores.

*"Lo podríamos firmar nosotros. El informe dice lo mismo que llevamos años diciendo: que el autoconsumo es la forma*

*más eficaz de alcanzar el objetivo de renovables"*, señaló José Donoso, director general de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF). *"La CNMC está reclamando una regulación administrativa adecuada y más balance neto (verter a la red el excedente energético y recuperarlo en las horas sin sol). No habla del peaje de respaldo que plantea el Gobierno, lo que nosotros llamamos impuesto al sol"*, añade.

Este planteamiento de la CNMC llega en un momento de polémica en que la Unión Española Fotovoltaica (Unef) ha acusado al Gobierno de *"querer cerrar cualquier puerta al autoconsumo"* con el nuevo decreto que prepara el Ministerio de Industria y que este departamento afirma que aprobará durante esta legislatura. José Donoso, director general de Unef, sostuvo recientemente que España es el único país en el que se está preparando una normativa *"para que no se desarrolle el autoconsumo"*.

Integración renovable en el mercado eléctrico

## Reunión CNMV, CNMC y reguladores eléctricos de Portugal

**E**l Consejo de Reguladores del Mercado Ibérico de la Electricidad (CR MIBEL), en el que participan la CNMV, la CNMC y sus homólogos portugueses, se reunió el pasado 1 de julio en Madrid para abordar cuestiones como los estudios relativos a la integración de la energía de régimen especial (renovable) en el mercado eléctrico peninsular de electricidad. Este consejo, que también trabaja en una comparativa de los precios en el ámbito geográfico del MIBEL con los de Alemania y Francia, celebró una reunión presidida por la presidenta de la CNMV, Elvira Rodríguez, a la que también acudió el presidente de la CNMC, José María Marín Quemada.

En una nota, la CNMC explica que, por la

parte portuguesa, acudieron un miembro del Consejo de la Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (CMVM) y el presidente de la Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE).

El CR MIBEL viene realizando un análisis continuo de la evolución y seguimiento del mercado ibérico de la electricidad, en su doble vertiente de contado y plazo, así como de la gestión de la interconexión entre España y Portugal.

Asimismo, el CR MIBEL ha prestado una especial atención al seguimiento de las iniciativas regulatorias energéticas y financieras de la Unión Europea con relevancia significativa para el funcionamiento del MIBEL, indica la CNMC.

Por último, el CR MIBEL, y en especial su

Comité Técnico, han venido manteniendo reuniones con los participantes más relevantes del mercado, entre ellos operadores de los mercados y de sistemas, cámaras de compensación, negociadores y consumidores de electricidad, con objeto de conocer sus inquietudes y sus eventuales propuestas de mejora del mercado ibérico de la electricidad. Es intención del CR MIBEL continuar con estas reuniones de manera regular.

La CNMV ha asumido la presidencia del CR MIBEL en el primer semestre de 2015 y será sucedida por la CNMC en el segundo semestre de este año. La presidencia del CR MIBEL es rotatoria entre las autoridades que lo componen y tiene una duración de seis meses.

Reducción de los costes en termosolar

## Cener organiza la reunión de lanzamiento del proyecto europeo CAPTure

Los técnicos del departamento de Energía Solar Térmica de Cener (Centro Nacional de Energías Renovables) organizaron el pasado 23 y 24 de junio la reunión de lanzamiento del proyecto CAPTure (Competitive SolAr Power Towers), financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea (Call for Competitive low-carbon Energy). Cener como coordinador del proyecto, ejerce de anfitrión en estas jornadas que se desarrollaron en la sede del centro, ubicada en Sarriguren (Navarra).

El principal objetivo que se pretende conseguir con la realización de este proyecto consiste en reducir significativamente los costos de la energía termosolar mediante el desarrollo de un concepto innovador de planta termosolar, resultando de esta forma más competitiva respecto a otras tecnologías, en el mercado energético.

El proyecto CAPTure persigue aumentar la eficiencia de las plantas y reducir su LCOE (Levelized Cost Of Electricity), lo que viene a denominarse el coste normalizado de energía, mediante el desarrollo de los componentes clave que permitan implementar de manera óptima un concepto de planta innovadora. Esta configuración se basa en un concepto avanzado de ciclo combinado solar desacoplado y multi-torre, que no sólo aumente la eficiencia del ciclo sino que también minimiza los frecuentes transitorios y las ineficientes cargas parciales. De esta forma se conseguirá maximizar la eficiencia global, la fiabilidad y la gestionabilidad, factores todos ellos que están directamente relacionados con la competitividad en el coste de la energía en el mercado.

El consorcio del proyecto CAPTure está formado por 12 miembros, procedentes de 6 países europeos, tanto del ámbito de la investigación como de la industria. Además de Cener como coordinador, participan: Fundación Tekniker, Ciemat, Fraunhofer, Bluebox Energy Ltd, Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives, FCT Hartbearbeitungs GmbH, Société Industrielle de Sonceboz S.A, Haver & Boecker OHG, TSK- Flagsol Engineering GmbH, K Controls Ltd, Electricité de France S.A, y EUREC-EESV.

En concreto, el departamento de Energía Solar Térmica de Cener participa aportando su dilatada experiencia principalmente en las tareas de diseño del receptor solar, integración y ensayo de sistemas, diseño de campo solar y también en el desarrollo y mejora del concepto avanzado global de ciclo combinado solar desacoplado multi-torre.

El proyecto, tiene una duración estimada de 4 años y cuenta con un presupuesto de más de 6 millones de euros.



## OutBack Power Systems

**OutBack FX Sinusoidal Inversor / Cargador  
230V 50Hz 3 kW**

La serie modular OutBack FX inversor/cargador de onda sinusoidal se puede utilizar para pequeños y grandes sistemas de energía en usos residenciales y comerciales. Se pueden conectar hasta diez inversor/cargadores juntos para suministrar hasta 30 kilovatios de energía continuos.



Parque Industrial da Feiteirinha, Lt. 1  
8670-440 Aljezur, Portugal  
Tel. +351 282 998745 - Fax +351 282 998746  
www.ffsolar.com - mail@ffsolar.com



Informe GTM Research

## La fotovoltaica mundial crecerá un 36% y añadirá 55 GW en 2015

La reducción de costes generalizada en todos los segmentos de la industria fotovoltaica, tanto en la fabricación de los paneles fotovoltaicos como en la de inversores y baterías de almacenamiento, así como los avances registrados en materia de eficiencia en todos los elementos de la cadena tecnológica, van a obrar el milagro. 2015 va a ser otro año récord para la tecnología fotovoltaica en todo el mundo. GTM Research ha presentado su informe Global PV Demand Outlook que vaticina el establecimiento de un nuevo récord en el capítulo de nuevas instalaciones previstas para este año. GTM Research predice que, mientras los costes de la tecnología se desmoronan, el mercado fotovoltaico crecerá este año un 36% y añadirá 55 GW de potencia al mercado mundial.

Las instalaciones marcan un salto importante sobre todo si se tiene en cuenta que en el ejercicio precedente, en el que las nuevas instalaciones apenas crecieron un 2%. El nuevo registro esperado para este año, no obstante, se va a quedar obsoleto en breve, ya que el estudio de GTM Research vaticina para el 2020 un crecimiento de las nuevas instalaciones fotovoltaicas de 135.000 MW, una cantidad suficiente para abastecer a más de 20 millones de hogares.

El crecimiento de este año se apoya en una dramática caída de los costes de las

instalaciones solares. Según los datos que maneja el estudio, en línea con otros realizados anteriormente, desde 2009 los costes de la fotovoltaica han caído un 75%, mientras que la electricidad producida por los proyectos a gran escala cuesta menos de la mitad de lo que costaba hace apenas cinco años, según muestran las estadísticas de la industria. Al mismo tiempo, los gobiernos y las empresas están recurriendo a la energía solar, eólica y otras fuentes de energía limpia para reducir las emisiones de gases nocivos de efecto invernadero y combatir el cambio climático.

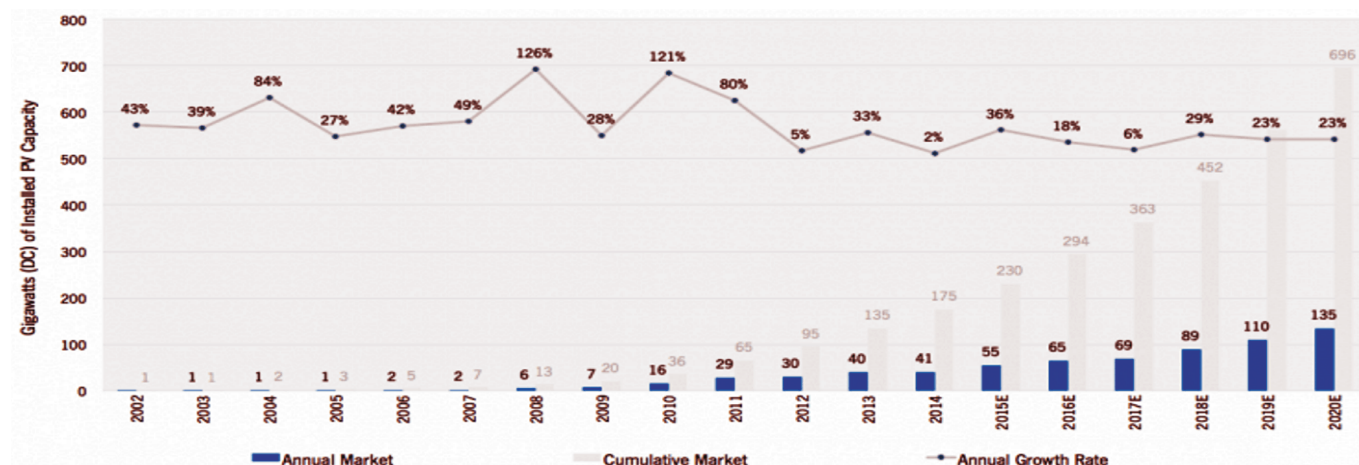
China, EE.UU. y Japón serán los países encargados de hacer realidad el nuevo milagro de la energía fotovoltaica. China va a impulsar en este año un mayor crecimiento de energía solar fotovoltaica que cualquier otro país, señala el informe de GTM Research. El gobierno chino ha adoptado recientemente un programa de incentivos "feed-in tariff" y fijó una meta para instalar 100.000 MW de proyectos de energía solar para el año 2020. Los investigadores predicen que China instalará 14.000 MW de energía fotovoltaica este año, cifra acorde con los planes del gobierno del país pero algo inferiores a los 17.800 que se han estado barajando en los últimos tiempos.

Estados Unidos se ubicará como tercer país en crecimiento, por detrás de Japón

y China. Según los analistas de GTM Research, los instaladores de Estados Unidos sumarán unos 8.000 MW de capacidad de energía solar fotovoltaica, con un aumento de casi el 30% por encima de los niveles de 2014, según el informe. Japón añadirá más de 9.000 MW, aunque no crecerá debido a los últimos cambios en sus objetivos para las tecnologías solares.

Sólo en EE.UU., uno de cada tres inversores dice que va a invertir en energía solar por primera vez este año, según una encuesta realizada por la firma de servicios financieros Wiser Capital. Alrededor del 20% de los inversores encuestados dijeron que ya habían invertido en solar este año, mientras que más del 60% dijo que planean hacer inversiones en energía solar en los próximos cinco años.

Los mercados emergentes de América Latina, África y Oriente Medio verán igualmente cómo la demanda de proyectos de energía solar crece en los próximos cinco años. "Las instalaciones en esas regiones aumentarán desde unos niveles de aproximadamente el 1% de la demanda mundial anual de electricidad al 17% por ciento en 2020", dijo Adam James, analista solar de GTM Research. Este crecimiento será señal de un "cambio profundo en el panorama mundial" para proyectos de energía solar, añadió en un comunicado.



Mercado mundial fotovoltaico, nuevas instalaciones y potencia acumulada.

226 kW de potencia instalada

## Logroño conectará a la red las instalaciones municipales fotovoltaicas

El concejal de Medio Ambiente de la ciudad de Logroño, Jesús Ruiz Tutor, informó sobre la contratación de una asistencia técnica para la redacción de los proyectos para la legalización y conexión a la red de baja tensión de ocho instalaciones fotovoltaicas existentes en edificios públicos del Ayuntamiento de Logroño. Se trata de los centros deportivos municipales de Lobete y La Ribera, de los centros de educación infantil del Cubo y del Arco, del centro cívico de Yagüe, del edificio Smart Logroño y de la biblioteca Rafael Azcona.

*"El problema que existía era que, hasta la fecha, los paneles solares se usaban para el autoconsumo, pero no estaban conectados a la red de baja o media tensión ni disponían de contador bidireccional. Esto implicaba una pérdida de energía, ya que la energía sobrante no se vertía a la red",* explicó el edil aludiendo a los motivos que han llevado a adoptar esta iniciativa.

Estas ocho instalaciones tienen, en la actualidad, una potencia instalada de 226 kW. El Ayuntamiento de Logroño lo que pretende conseguir es aumentar considerablemente dicha potencia, para satisfacer, a su vez, el autoconsumo, y tras la conexión a la red, poder vender la energía sobrante y sacar beneficio económico.



De hecho, con las mejoras previstas se estiman unos ingresos de unos 7.000 euros anuales, por lo que la inversión se podrá amortizar en dos años. Además añadió que *"en seis meses podremos empezar a vender la energía sobrante"*.

En Logroño, actualmente, hay 1.250 paneles solares colocados en los tejados de edificios municipales. La primera instalación fotovoltaica municipal se habilitó en el 2008 en el Centro Deportivo Municipal de Lobete; la segunda fue la del edificio consistorial en el 2009; la tercera en el 2010, en el CMD La Ribera, convirtiéndose en el centro con más paneles sola-

res (432) y las cinco restantes fueron todas al año siguiente.

Se estima que la energía producida por todas las placas fotovoltaicas es de 384.365 kW anuales, siendo el CDM La Ribera y el ayuntamiento los lugares donde más energía renovable se produce, con 131.063 y 106.572 kWh/año respectivamente.

Aparte de las ventajas económicas que este proyecto supone, también hay una serie de beneficios ambientales. Según los datos aportados por los técnicos de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Logroño, sólo la energía producida en las instalaciones fotovoltaicas municipales permitirán que dejen de emitirse 125.179 kilos de CO<sub>2</sub> cada año.

El Ayuntamiento ha puesto la vista en el futuro y existe una línea de trabajo que es *"la de relacionarse con la red de funcionamiento de la energía de la ciudad"*. En estos momentos la energía va directamente a los puntos de consumo pero lo que el Ayuntamiento quiere es que los propios puntos de consumo *"produzcan energía y podamos intervenir en el espacio local y en las relaciones comerciales del uso de la misma"*.

# LORENTZ

## BOMBAS SUMERGIBLES SOLARES

- Sistemas autónomos automáticos de bombeo de agua
- Alta Eficiencia
- Bajo Coste
- Bombeo hasta 235 m<sup>3</sup>/hora
- Hasta 450 m
- Alimentadas por módulos solares
- Sin Corrosión
- Para regadío, ganadería y viviendas aisladas
- Amplia gama de modelos
- Con 2 años de garantía

Distribuidor oficial  
Asistencia técnica



**SOLAR**  
ENERGIAS RENOVÁVEIS, LDA.

Parque Industrial da Feiteirinha Lt.1 / Feiteirinha-Rogil  
8670-440 Aljezur - Portugal  
Tel. +351 282 998745 - Fax +351 282 998746  
<http://www.ffi-solar.com> - Email: [mail@ffi-solar.com](mailto:mail@ffi-solar.com)



Derechos arancelarios punitivos a los módulos solares

## La fotovoltaica alemana pide que se levanten las barreras a China

**W**acker, Baywa RE y MVV, las tres grandes empresas alemanas del sector fotovoltaico, han pedido a la Comisión Europea que se ponga fin al régimen de precios mínimos aplicados a los módulos chinos. Las empresas afirman que la regulación de precios mínimos está entorpeciendo el crecimiento del mercado alemán.



El productor de polisilicio Wacker, el mayorista Baywa y la eléctrica MVV han anunciado en Berlín que tomarán una posición fuerte en los próximos debates sobre los derechos arancelarios punitivos para los módulos solares chinos y el acuerdo de precio mínimo de importación (MIP).

*"Todas las barreras comerciales deben terminar", dice Christian Westermeier, vicepresidente*

de marketing, ventas y aplicaciones de ingeniería en Wacker Chemie. En su demanda pide no sólo la abolición de los precios mínimos de los módulos cristalinos importados en la UE, sino también los derechos sobre el vidrio solar importado a la UE y el acuerdo de precio mínimo que Wacker tiene con el gobierno chino para el polisilicio importado a China. Oficialmente el compromiso entre la UE y China, que incluye el MIP para los módulos, termina el 6 de diciembre de 2015. Sin embargo, Prosun UE ya ha declarado que solicitará una revisión a principios de este otoño. Si la Comisión Europea está de acuerdo con esto, el compromiso podría prolongarse durante el proceso de revisión. Al final esto podría incluso conducir a una prolongación del compromiso por otros cinco años, dice Jochen Hauff, director general de la división mayorista de Baywa. En este caso, Europa se encontraría desconectada del componente solar y de la reducción de costes del proyecto. *"Corremos el riesgo, de que otros países obtengan la recompensa", dice Hauff.*

De acuerdo con la estimación por Wacker, Baywa R.E. y MVV, los costes de la energía fotovoltaica en Europa son un 10% más altos de lo que lo serían sin barreras comerciales.

*"El precio mínimo de importación ha impedido que los paneles bajen de precio aún más en los últimos años", dice Westermeier. Según Westermeier incluso el Ministerio de Economía alemán lo ha reconocido y ahora lo ve como la causa principal de la debilidad del mercado solar alemán en 2015.*

Westermeier añadió, que cada gigavatio adicional de energía fotovoltaica instalada en el país crearía entre 8.000 a 9.000 nuevos puestos de trabajo en Alemania. Debido a la fuerte disminución del número de instalaciones en los últimos años, se han perdido muchos puestos de trabajo. Este número podría estar en torno a los 160.000, según estimaciones de Wacker. A pesar de ello, alrededor de 60.000 personas continúan empleadas en la industria solar alemana en la actualidad.

Capacidad de 50.000 kW

## Japón construye el mayor sistema para almacenar energía solar del mundo

**L**a compañía nipona Mitsubishi Electric construirá en Fukuoka (sur de Japón) el mayor sistema de almacenamiento para energía solar del mundo, con una capacidad de 50.000 kW. El proyecto, encargado por la compañía eléctrica nipona Kyushu Electric Power consistirá en una red de baterías que ocupará una extensión de 14.000 metros cuadrados en la localidad de Buzen, y será capaz de alimentar de electricidad a unos 30.000 hogares. El sistema permitirá almacenar el exceso de energía producido por plantas solares y ofrecer así un suministro estable incluso de noche o cuando caiga la generación debido a las condiciones meteorológicas.

Una vez que se complete su construcción a lo largo de este año, será el mayor sistema de almacenaje de este tipo en todo el mundo, según fuentes de la compañía, que también señaló que existen instalaciones similares en Italia y otros países de Asia, aunque de menor capacidad. La compañía eléctrica cuenta con varias plantas solares en la isla japonesa de Kyushu, la segunda más poblada del país, aunque estas instalaciones sufren problemas de suministro cuando se producen picos en la demanda, en especial en la estación veraniega. El proyecto, que cuenta con financiación estatal y en el que también participa la empresa nipona especializada en ba-

terías para energía solar NGK Insulators, está destinado a resolver estos desequilibrios. Kyushu Electric Power y otras compañías energéticas niponas han cancelado en los últimos meses la construcción de varias plantas solares debido a su poca rentabilidad y a la inestabilidad de su suministro, obstáculos propiciados a su vez por la baja interconexión entre las redes eléctricas del país. Japón se ha marcado el objetivo de aumentar su producción de energías renovables a entre el 22 y el 24 por ciento de la generación total para 2030, prácticamente el doble del nivel actual, según la hoja de ruta adoptada por el Ejecutivo nipón.

Instituto Tecnológico de la Energía

## Medida inteligente de la energía y comercialización energética activa

**E**l Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) junto con Valencia Smart Energy, Energest y Mas Ingenieros, han concluido el desarrollo de una nueva tecnología para la medida inteligente de la energía y la comercialización energética activa. Se trata del proyecto MICE, una solución integral de hardware y software para la gestión y venta inteligente de energía que permitirá reducir los costes para usuario, comercializadora y distribuidora.



El sistema MICE (Medida Inteligente y Comercialización Energética Activa) desarrollado facilita en una plataforma integral la adquisición, almacenamiento y telegestión de la información energética registrada por los nuevos contadores inteligentes (de los cuales, según Orden ITC/3860/2007, deben disponer todos los hogares españoles antes de diciembre de 2018) y de otro tipo de elementos de medida energética ya sean para su uso energético o tarifario. Además integra funcionalidades avanzadas orientadas al análisis de patrones de consumo, a la gestión de la demanda y a la integración de la generación distribuida y del vehículo eléctrico. Estas innovadoras herramientas de análisis permitirán a las distribuidoras y comercializadoras optimizar la gestión de los recursos energéticos, así como ofrecer a los usuarios finales precios más competitivos adaptados a las condiciones particulares de cada cliente.

MICE integra, tanto la solución hardware-software orientada a la concentración de los datos de energía de cada dispositivo de medida, como las aplicaciones web dirigidas tanto a profesionales del sector como a usuarios finales. La interfaz de usuario permite al consumidor ser consciente de su consumo energético y costes asociados y emprender acciones orientadas a su minimización, así como interactuar de forma dinámica con la compañía eléctrica para mejorar condiciones contractuales y tarifas según sus modelos de consumo.

La reducción del consumo de energía y la optimización de su gestión es un reto global orientado a la mejora de la sostenibilidad energética y medioambiental, y en consecuencia, a la reducción del cambio climático. Para ello, la puesta en marcha de

acciones de mejora individuales es vital, siendo esencial para ello que el pequeño y gran consumidor tengan un conocimiento lo más detallado posible de su comportamiento energético. La herramienta desarrollada consigue este reto, poniendo a disposición del cliente información accesible y de fácil interpretación relativa a sus curvas diarias de demanda, históricos de consumo y predicciones, y datos estadísticos que permiten analizar evoluciones y tendencias, o aspectos económicos como periodos y costes tarifarios.

El nuevo sistema permite asimismo optimizar la gestión profesional de nuevos puntos de consumo-generación cuyo despliegue va paralelo al de las emergentes redes inteligentes (Smart Grids), formando parte de estas, tal como vehículos eléctricos que colaboran con la estabilidad de la red (V2G) y recursos de generación y almacenamiento distribuidos a lo largo de la red. La disposición de esta herramienta permite a las empresas comercializadoras planificar la compra de energía de una forma más eficiente desde el punto de vista económico.



FF Solar, Energias Renováveis, Lda.  
Parque Industrial da Feiteirinha, Lote 1  
8670-430 Aljezur - Portugal  
Tel/Fax: +351 282 998745/6  
mail@ffsolar.com - www.ffsolar.com

**Xtender**  
the  
versatile  
sun  
connection

Todos los modelos  
disponibles





## Som Energía inicia la construcción en Sevilla de una planta de 2 MW para autoconsumo

Más de 350.000 euros es la suma de aportaciones que han realizado en sólo 10 días los primeros 350 pioneros y pioneras de la Generación kWh para autoconsumir colectivamente su propia electricidad verde.

La inversión, de 2 millones de euros, se está cofinanciando a través de un innovador sistema de autoconsumo colectivo y es uno de los tres proyectos que se llevarán a cabo, por un valor total de 5 millones de euros, y que generarán 10 GWh de energía verde, el equivalente al uso anual de 4.000 hogares españoles.

*"Diga lo que diga el Gobierno, una nueva generación de personas ha comenzado a autoconsumir colectivamente su propia electricidad verde"*, estas han sido las palabras de Gijsbert Huijink, gerente de la Cooperativa Som Energía, en el momento de firmar el contrato con la empresa Energés Gestión Medioambiental, que será la encargada de construir la planta fotovoltaica ubicada en el municipio de Alcolea del Río (Sevilla) y también comprometida con el cambio de modelo energético.

Después de la supresión de las primas a las nuevas instalaciones renovables, este es el primer proyecto que se desarrolla en España para volcar electricidad verde a la red, sin ningún tipo de ayuda y haciendo



frente al reciente impuesto a la generación (7% de la producción). Con una inversión de 2 millones de euros, una potencia de 2,16 MWp y una generación anual de 3.400.000 kWh, su producción eléctrica equivale a la demanda de unos 1.300 hogares.

Esta nueva fórmula de inversión permitirá a las personas socias de la cooperativa proveerse de su propia energía, fácilmente y de forma colectiva. En palabras de Ana Marco, presidenta de Som Energía, esta iniciativa muestra la voluntad de la cooperativa de *"poner el interés de las personas por delante del beneficio económico y encontrar fórmulas para vencer las*

*barreras impuestas por la administración en el sector renovable"*.

Nuri Palmada, responsable de proyectos de Som Energía, afirma que este nuevo modelo de financiación *"nos permite generar nuestra electricidad y pagar por ella el precio que cuesta producirla"*. También indica que se ha escogido pasar a la acción en este municipio de Sevilla al ser una de las zonas con más insolación de la península, pues *"tenemos que hacer algo ante la retirada de incentivos que desde 2013 ha paralizado los nuevos proyectos de energía renovable. No puede ser que España cuente con un 65% más de irradiación solar que Alemania y que Alemania produzca un 600% más de energía fotovoltaica que España"*.

Tal y como indican en su nueva web ([www.generationkwh.org](http://www.generationkwh.org)) la planta fotovoltaica de Sevilla es el primero de los tres grandes proyectos de energías renovables que se pondrán en funcionamiento, pues para cumplir el objetivo de ajustar la producción a la curva de uso real de electricidad es importante contar con un mix de varias tecnologías como la fotovoltaica, la eólica y la minihidráulica. La producción estimada por el total de los tres proyectos es de 10 GWh, equivalente al uso de electricidad de 4.000 hogares españoles.

## Álvaro Vallejo, nuevo Director Financiero de Grupo Clavijo

La firma española Grupo Clavijo, empresa de estructuras y seguidores solares fotovoltaicos, ha incorporado a su equipo directivo a Álvaro Vallejo como Director Financiero. Licenciado en Administración y Dirección de Empresas, y Master en asesoría fiscal y tributaria, Álvaro Vallejo cuenta con amplia experiencia como máximo responsable de las áreas fiscal, contable y financiera en



Álvaro Vallejo

Director Financiero  
de Grupo Clavijo

diversas firmas de prestigio. Esta incorporación refuerza el equipo directivo de Grupo Clavijo, y se enmarca en la política de la firma en

contar con los mejores profesionales para ofrecer un servicio de alta calidad a sus clientes en todo el mundo. Grupo Clavijo es una empresa española especialista en el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de estructuras y seguidores solares fotovoltaicos. Con más de 750 MW instalados en todo el mundo, cuenta con delegaciones en Chile, USA y Abu Dhabi.

## Bornay consolida su presencia internacional en Intersolar Europe 2015

**B**ornay Aerogeneradores ha reforzado su presencia internacional durante la celebración de Intersolar Europe 2015. Este encuentro es el mayor del sector solar en el mundo y reúne anualmente a miles de visitantes. Bornay ha viajado por segunda vez a Múnich para promocionar sus aerogeneradores y su estación solar, PinLite. La empresa de Castalla se ha presentado en Alemania junto a diferentes empresas pertenecientes a Solartys, la Asociación Española para la Internacionalización y la Innovación de las Empresas Solares.

La presencia de Bornay en esta importante feria ha servido para reforzar y consolidar los productos de la empresa a nivel internacional y mantener diferentes reuniones y encuentros con clientes y proveedores. Los principales productos promocionados durante Intersolar han sido los diferentes aerogeneradores que



fabrica la compañía con una base importante de investigación y desarrollo interno, que se realiza desde el departamento de I+D+i, y su producto más novedoso, PinLite, una microestación solar que lleva energía a cualquier lugar del mundo. PinLite permite, gracias a un panel solar, conectar una bombilla o cargar un teléfono

no móvil u otro dispositivo en cualquier lugar, de una forma sencilla y económica. Este producto ha sido diseñado pensando en usos muy variados que van desde la iluminación en un albergue o deportistas que practiquen al aire libre, hasta situaciones tan importantes como la cobertura de las necesidades básicas de electricidad y comunicación en zonas sin servicio y países en vías de desarrollo. Bornay ha aprovechado su presencia en la feria para consolidar sus relaciones con importantes proveedores de productos que la compañía distribuye como complemento de sus soluciones energéticas. Los responsables de la empresa se han reunido con firmas destacadas como BAE, DEKA, TESLA o Victron Energie. Esta última otorgó un premio a la empresa que resaltaba su excelente esfuerzo en el desarrollo del mercado y las ventas en España.

## Teresa Madariaga, nueva Presidenta de Ingeteam

**E**l Consejo de Ingeteam, celebrado el 20 de Mayo de 2015, ha nombrado por unanimidad a D<sup>a</sup>. Teresa Madariaga como nueva Presidenta de Ingeteam. D<sup>a</sup>. Teresa Madariaga sustituye a D. Javier Madariaga, uno de los fundadores de la empresa, quien junto con D. Bitor Mendiguren cesan en sus cargos tras 43 años de dedicación a la Compañía.



Teresa Madariaga

Presidenta de Ingeteam

D<sup>a</sup> Teresa Madariaga, miembro del Consejo de Administración desde Mayo

2014, es licenciada en Administración de Empresas y diplomada en Ciencias Actuariales por la Universidad del País Vasco con titulación post-grado en Economía Aplicada por la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica). Ha desarrollado su actividad profesional como actuario experta en los mercados de Estados Unidos, Reino Unido y España.

## Ingeteam presentó su nuevo inversor central de intemperie en la feria Intersolar Europe 2015

**E**l nuevo inversor central para intemperie de Ingeteam fue uno de los principales puntos de interés del stand que la empresa instaló en Intersolar Europe 2015. Este inversor fotovoltaico, de 1,16 MW de potencia, ha sido diseñado trasladando a un inversor central la filosofía de los inversores de string. Además, Ingeteam ha aplicado esta misma tecnología para desarrollar su nuevo inversor de baterías de la misma potencia. En la feria de Múnich también despertaron gran interés los inversores fotovoltaicos de string, las soluciones de media



tensión o power station (hasta 2,33 MW), así como los distintos inversores de baterías expuestos y las estaciones de carga para vehículos eléctricos. Asimismo, las soluciones para autoconsumo y para sis-

temas de hibridación Diésel-FV atrajeron mucha atención entre los visitantes.

En el año en que Ingeteam cumple 25 años en el sector de las energías renovables (39 GW suministrados en todo el mundo) y 15 años también en tareas de operación y mantenimiento en dicho sector (6,2 GW en contratos de O&M en todo el mundo), Ingeteam celebra haber tenido un muy buen resultado en la feria celebrada en Messe München, agradeciendo la presencia de todos los visitantes y también a la organización del evento por su buen trabajo.



## Sener contrata más de 500 millones de euros en el mayor complejo solar del mundo

**E**l grupo de ingeniería y tecnología Sener inicia, a partir de un contrato ganado en Marruecos por más de 500 millones de euros, la construcción de las plantas solares termoeléctricas Noor II y Noor III que, junto con Noor I, formarán parte del mayor complejo termosolar del planeta, con 510 MWe de potencia.

Sener, tras ser responsable en consorcio de la construcción llave en mano hasta la puesta en marcha de la central Noor I, ha ganado recientemente el contrato para realizar, con Sepco III, la construcción llave en mano de las fases Noor II y Noor III. En este trabajo, Sener y sus socios llevarán a cabo toda la ingeniería, la construcción y la puesta en marcha. Sener, por tanto, va a completar las tres fases termosolares del proyecto Noor, pues Noor IV será una planta con tecnología fotovoltaica.

El complejo, situado en las inmediaciones de la ciudad marroquí de Ouarzazate, se compone de cuatro plantas, tres de ellas dotadas de tecnología termosolar desarrollada al 100% por Sener. La primera, Noor I, de 160 MWe y que entrará en funcionamiento este mismo año, está dotada de captadores cilindroparabólicos Senertrough, diseñados y patentados por Sener. Por lo que respecta a la construcción que ahora echa a andar, Noor II tendrá instala-

da la segunda generación de captadores, el sistema Senertrough-2, y contará con 200 MWe. Por último, Noor III, de 150 MWe, empleará la configuración de torre central con receptor de sales, aplicada con anterioridad por la compañía en la planta Gemasolar, en Sevilla, y por tanto evolución natural de esta pionera instalación. En todos los casos, las plantas incorporan un sistema de almacenamiento en sales fundidas que les posibilitará producir electricidad en ausencia de radiación solar.

Miguel Domingo, director de Medio Ambiente y Solar de Sener, declaraba: *"Sener participa en ingeniería y construcción de grandes plantas solares termoeléctricas donde aplica soluciones tecnológicas propias que reportan grandes ahorros en costes y mejoras significativas de efi-*

*ciencia".* Y añadía: *"Es una gran satisfacción para Sener participar en el consorcio que hará posible que, en 2017, el mayor complejo termosolar del mundo entre en operación comercial".*

Hoy Sener es una empresa líder en energía solar termoeléctrica, tanto por el número de proyectos en cartera -29 hasta la fecha, en su mayoría construidos bajo la modalidad llave en mano y repartidos entre España, EE.UU., Sudáfrica y Marruecos- como por el desarrollo e incorporación de soluciones tecnológicas con patentes propias. En total representan más de 2.000 MWe de potencia instalada y un ahorro superior al millón de toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. Solo las tres plantas construidas por Sener en Marruecos evitan la emisión de 450.000 toneladas anuales.



## Schneider Electric proporciona un sistema fotovoltaico para el alumbrado público de Barcelona

**S**chneider Electric ha diseñado un sistema fotovoltaico asistido para alumbrado público en Barcelona con 10 kW de potencia instalada consistente en el suministro e instalación de 3 inversores XW4548, 3 reguladores XW MPPT60-600 y una Conext Combox. Instalado en una pared medianera, la instalación está compuesta por 24 módulos Atersa de 290 W modelo A-290P y 12 módulos Vidurglass de 225 W modelo VS28 CP60 P225. La solución permite evitar la emisión de 1.979 Kg de CO<sub>2</sub> al año.

El sistema, situado en la esquina de las calles Pere IV y Álava, en el barrio del

Poble Nou, permite cargar un banco de baterías, controlando el estado de carga de las mismas, y genera energía para dar cobertura al sistema de alumbrado público de la ciudad, conmutando a red cuando detecta la llegada al umbral de descargas del banco de baterías.

El cliente, la Agencia de Energía de Barcelona (Ayuntamiento de Barcelona), necesitaba cargar energía durante el día para dar cobertura a 13 luminarias públicas que funcionarán entre un máximo de 14,5 horas en invierno y un mínimo de 8,5 en verano. La solución requería también un sistema de iluminación por led

que se instala en la fachada fotovoltaica y que funciona 3 horas al día, y un display informativo que funciona las 24 h al día. El sistema está diseñado para conmutar con la red en el caso que la cobertura no sea total por falta de carga del sistema en días de poca radiación.

Con esta solución que entró en funcionamiento en julio, Schneider Electric facilita la configuración del sistema y posibilita modificar los parámetros del sistema en remoto, al mismo tiempo que ofrece grandes prestaciones en el sistema de monitorización y un buen servicio técnico en la ciudad.

## Acciona se adjudica el contrato de suministro eléctrico "verde" de Acuamed

**A**cciona Green Energy Developments, filial de Acciona Energía dedicada a la comercialización de energía de origen renovable, ha sido adjudicataria del contrato anual de suministro de electricidad para el año 2016 de la Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas Mediterráneas (ACUAMED), dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, por un importe estimado de 48 millones de euros.

El contrato, continuación de los que se vienen firmando desde 2011, contempla la entrega de unos 671 GWh, procedentes en su totalidad de fuentes renovables, para el suministro eléctrico de las plantas desaladoras, potabilizadoras y otras instalaciones gestionadas por la sociedad estatal.

Entre las instalaciones más destacadas vinculadas a este contrato figuran las desaladoras de Carboneras (Almería), Torre Vieja (Alicante), Águilas y Valdeltónico (Murcia), la potabilizadora de Albacete y el Júcar-Vinalopó.

Acciona Green se ha adjudicado asimismo un contrato de suministro eléctrico con la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH), la principal empresa de almacenamiento y transporte de productos petrolíferos de España.



El contrato, con vigencia para todo 2016, comprende el suministro eléctrico de unos 252 GWh a 285 puntos distribuidos por la totalidad de la red de distribución del grupo en España, lo que incluye instalaciones de transporte, almacenamiento, oficinas y otras dependencias.

*"Estamos muy satisfechos por estas últimas operaciones, que evidencian la competitividad de nuestra oferta de suministro eléctrico a grandes clientes. Agradecemos a ACUAMED que renueve su confianza en nuestro servicio y nos felicitamos igualmente por poder sumar a CLH al creciente grupo de empresas que confían en nosotros",* ha declarado Santiago Gómez Ramos, director gerente de Acciona Green Energy Developments.

La electricidad entregada a ambos clientes contará con garantía de origen renovable certificada por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). El volumen conjunto que suponen ambos contratos evitará la emisión a la atmósfera de más de 877.000 toneladas de CO<sub>2</sub> en centrales de carbón.

Acciona Green Energy Developments es la mayor comercializadora de energía 100% renovable en España, con unos 4.000 GWh suministrados a grandes clientes el pasado año. Entre ellos figuran Aena, Canal de Isabel II Gestión, Metro de Madrid o Coca-Cola Partners. Recientemente se adjudicó el suministro eléctrico de 12 hospitales de la Comunidad de Madrid.

## Sonnenkraft España, premio a la mejor organización exterior en 2014

**L**a empresa multinacional austriaca Sonnenkraft, celebró los pasados 24 y 25 de junio en su sede central en Austria su evento anual internacional al que acuden todas las organizaciones exteriores. Entre otras actividades, durante la cena del día 24 se entregó el premio a la mejor organización exterior en 2014, recayendo en esta ocasión en la empresa Sonnenkraft España, S. L.

*"Su dedicación y esfuerzo por mantener el servicio ofrecido al más alto nivel de calidad, así como la evolución del negocio ante una situación del mercado especialmente compleja",* fueron los principales criterios para este reconocimiento, tal y

como dijo Peter Eijbergen, a la izquierda en la fotografía, Director del área Internacional de la compañía. Por su parte, Carlos Ortega en el centro y Ángel Ballesteros a la derecha en la imagen, recogieron el premio en nombre de todo el equipo, y renovaron su compromiso con la multinacional para continuar trabajando en pro de



los estándares de calidad, servicio y atención al cliente más altos del mercado.

Durante el evento se presentó también la estrategia corporativa de la empresa para 2016, año en el que se reforzará la apuesta por el desarrollo de nuevos productos, entre los que destacarán especialmente los dirigidos a las grandes instalaciones de energía solar térmica, pero sin olvidar el continuo desarrollo del sector doméstico, en esta ocasión con un nuevo impulso a la gama de producto de bomba de calor, como perfecta solución en combinación con los sistemas solares térmicos Comfort E y Comfort E Plus y/o fotovoltaicos Compact Power.



## Energía Sin Fronteras acomete una instalación fotovoltaica aislada

**E**nergía sin Fronteras ha diseñado una instalación fotovoltaica que será sin duda una de las mayores instalaciones fotovoltaicas aisladas de España. El proyecto de energía solar fotovoltaica resuelve definitivamente la alimentación eléctrica de ordeño y fabricación de queso de la granja-escuela que la Asociación "Puente Vida" tiene en Salamanca. En su seno, personas en clara exclusión social aprenden un oficio que les proporcione un futuro mejor al poderse integrar en la sociedad.

La instalación contará con más de 45 kWp de módulos fotovoltaicos, la mayor parte de ellos cedidos por Acciona, siendo el resto de equipos e instalación financiados gracias a la generosidad de los socios de ASIF (antigua Asociación de la Industria Fotovoltaica) que cedió su patrimonio a su cierre para proceder a la integración en UNEF (Unión Española Fotovoltaica). El proyecto de Gomecello, que toma nombre del término municipal en el que

se encuentra la finca, será sin duda una de las mayores instalaciones fotovoltaicas aisladas de España, funcionará autónomamente mediante dos sistemas de inversores trifásicos en paralelo y más de 9.700 Ah de almacenamiento eléctrico total.

La finca -nominada actualmente como Casa de Pastores- es una donación de la Junta de Castilla y León, a la Asociación "Puente Vida" (Salamanca). Está situada en el término de Gomecello, a unos 18 km. de la capital de la provincia.

Consta de dos instalaciones básicas: el Aula Vivencial Escuela de Pastores, donde se imparten cursillos para el manejo de rebaños de ovejas, y la Fábrica de Queso de oveja, además de una amplia extensión de terreno para prácticas de horticultura. Muchos de sus jóvenes alumnos participan ya en labores agropecuarias en las comarcas limítrofes.

La Asociación "Puente Vida" lleva quince años dando acogida y formación a emi-

grantes sin hogar y encaminándolos al mercado laboral. Fundada y dirigida por el sacerdote Don Antonio Romo Pedraz, tiene su base en una Casa de Acogida, adscrita a la parroquia de Puente Ladri- llo, de Salamanca.

Esta residencia atendió el pasado año a 62 jóvenes entre 18 y 30 años procedentes de once países (Iberoamérica, Europa del Este y África, además de nueve españoles). En esta sede, estos jóvenes sin recursos reciben formación humana integral y capacitación laboral.

Como complemento para su actividad, "Puente Vida" utiliza las instalaciones de Gomecello. La finca "Casa de Pastores" dispone en la actualidad de una pequeña instalación fotovoltaica (11,5 kW) y un antiguo grupo generador de diesel -inviabile, por su elevado coste de funcionamiento-. Estas infraestructuras resultan insuficientes para atender la creciente demanda energética del complejo agropecuario.

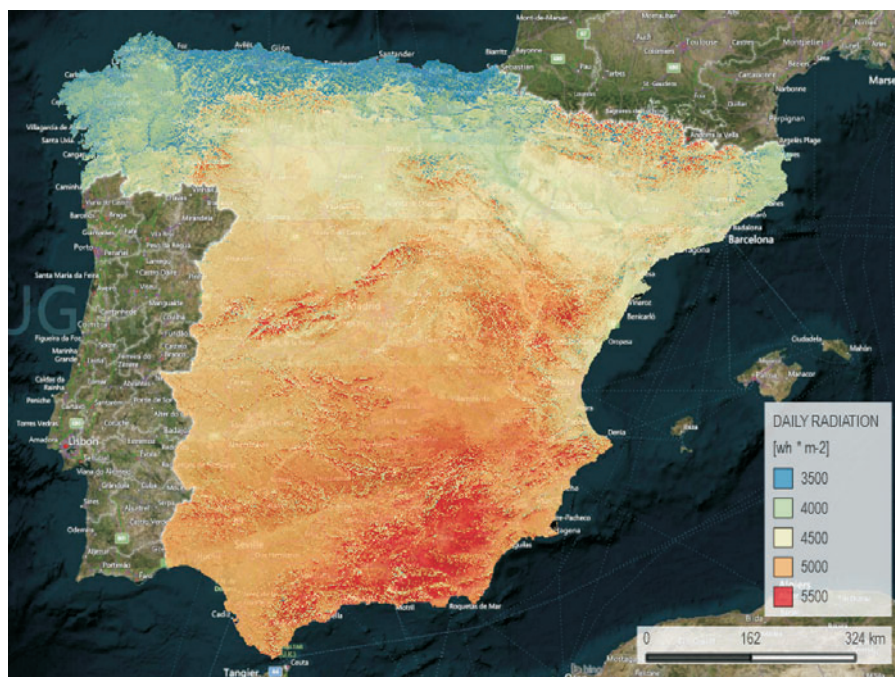
## Ayesa elabora un mapa de radiación solar para aumentar la eficiencia de las instalaciones

**L**a gran cantidad de insolación presente en la mayor parte de la geografía española, especialmente en las regiones del sur, es la base de la generación de energía solar fotovoltaica y térmica. Factores topográficos como la altitud, la pendiente y la orientación del terreno, así como las sombras producidas por la topografía circundante influyen en la radiación recibida, la cual depende también de la hora del día y la época del año.

Ayesa ha aplicado las ecuaciones que definen la posición del sol para diseñar un algoritmo que estima la cantidad de radiación solar incidente sobre la superficie terrestre de una manera mucho más precisa que los modelos actuales. Los desarrollos realizados determinan incluso las zonas afectadas por la proyección de sombras en intervalos temporales, maximizando así la productividad de las instalaciones solares.

Estos desarrollos han sido implementados en un sistema integrado que permite múltiples aplicaciones, como la determinación de la mejor ubicación geográfica

de las instalaciones fotovoltaicas o termosolares para maximizar la producción de energía y estimar el nivel de generación medio diario de la instalación.



## Engie compra Solairedirect y se convierte en el líder francés en energía solar

**E**l grupo Engie (antiguo GDF-Suez) anunció el pasado 1 de julio la compra del 95% del capital de la compañía Solairedirect, gracias a lo cual se convertirá en el líder en Francia en la energía solar, con una capacidad instalada de 383 MW en el país.

Engie explicó en un comunicado que esa adquisición, con la que se beneficiará del 100% de los derechos de voto, le permitirá también reforzar sus posiciones en el mundo.

A ese respecto, señaló que desde su creación en 2006, Solairedirect ha desarrollado 57 parques solares en todo el mundo con un total de 486 MW, de los cuales explota 224 MW en Francia, y que su ambición es añadir 125 MW cada año. Engie, por su parte, hasta ahora tenía una capacidad solar instalada de 201

MW, con 22 centrales en Francia que representan una potencia de 158,5 MW.

Sobre todo, ha lanzado un proyecto de central solar térmica de concentración en Kathu (Sudáfrica), de 100 MW, y varios proyectos en Chile que suman más de 600 MW.

El presidente de Engie, Gérard Mestrallet, destacó que la compra de Solairedirect constituye "una etapa muy importante de la puesta en marcha de nuestra estrategia en la energía solar".

Mestrallet hizo notar que si su compañía

ya era líder en la energía eólica, con esta operación se convertirá también en "número uno" en la solar y pretende seguir "reforzando esas posiciones en el mundo".

"Combinando la experiencia de los equipos de Solairedirect y de Engie, somos capaces de acelerar nuestro desarrollo en las energías renovables, conforme a nuestra estrategia de ser líderes de la transición energética en Europa y el grupo energético de referencia en los mercados de fuerte crecimiento", subrayó.



## Soluciones Globales de Seguridad en Plantas de Energía Renovable

- Consultoría de Seguridad - Sistemas de Alarma contra Robo e Incendio**
- Circuitos Cerrados de Televisión con conexión a Central Receptora**
- Rondas de Vigilancia Remota**
- Gestión de Señales de Alarma - Servicio de Acuda**
- Vigilantes de Seguridad: Rondas Perimetrales con Vehículo**
- Control de Accesos**



# 902 181 149

## www.secoex.net



### Direcciones:

**Madrid: 913 446 155**

**Valencia: 963 479 565**

**Castilla La Mancha: 926 214 037**

**Andalucía: 952 561 037**

**Extremadura: 902 181 149**



## Sofos pone en marcha la instalación fotovoltaica con inyección cero más grande de Cataluña

La granja porcina propiedad de la empresa Agrícola Ramadera Serentill S.L., en la localidad de Aitona, provincia de Lleida, disfruta ya de la energía generada por la instalación fotovoltaica con inyección cero realizada por Sofos Energía, la más grande de estas características ejecutada hasta la fecha en Cataluña (345 kWp).

Gracias a la planta fotovoltaica instalada en la cubierta de la granja la empresa ahorrará un 40% en el consumo de la energía de la red, lo que supone 520.000 kWh menos anuales, lo que equivale a 60.000 euros de ahorro al año. Además, la inversión necesaria para la instalación estará amortizada en 7 años. Si se tiene en cuenta el ahorro en la factura eléctrica, la vida útil de entre 25 y 40 años de este tipo de instalaciones, y que los paneles fotovoltaicos instalados por Sofos Energía disponen de una garantía de producción del fabricante de 25 años, el ahorro acumulado previsto en el año 25 será de 1.800.000 euros.

Con la implantación de este sistema fotovoltaico, la empresa Agrícola Ramadera Serentill reduce la dependencia del precio de la luz que ofrecen las compañías eléctricas, diversificando el origen de la electricidad consumida y, de esta manera, consigue una mejora de la competitividad de esta explotación porcina, al mismo tiempo que se consigue una reducción de la huella de CO<sub>2</sub> (en concreto, esta instalación ahorrará a la atmósfera 117 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>).

Actualmente, la granja de Aitona tiene contratados 700 kW con una compañía eléctrica que se ven reforzados por los 345 kWp de la nueva instalación fotovoltaica que ha ejecutado Sofos Energía en la cubierta de la granja y que está formada por 1.380 paneles de 250 Wp REC y 15 inversores SMA de 20 kWn. Además, cuenta con un componente adicional que modula la producción en función del consumo para que nunca haya inyección a la red (inyección cero).



Esta instalación es un claro ejemplo del gran potencial del autoconsumo fotovoltaico en el sector agropecuario, ya que las explotaciones tienen consumos eléctricos todos los días del año y con mayor intensidad durante el día, precisamente cuando la fotovoltaica produce la electricidad. Además, este tipo de granjas disponen de grandes superficies de cubierta ideales para la ubicación de paneles fotovoltaicos. Además, la instalación cuenta con un sistema de telemonitorización instantáneo propio de Sofos Energía, que permite controlar la producción fotovoltaica en todo momento. Se trata de un sistema muy valorado por los clientes, ya que permite una vigilancia permanente de la producción energética del sistema y facilita una mayor producción, ya que en caso de avería el servicio técnico de mantenimiento lo detecta y actúa de forma rápida evitando, así, pérdidas de producción.

### Jornada sobre ahorro energético: Proyectos de autoconsumo en el sector agropecuario

El pasado 15 de mayo, la empresa leridana Sofos Energía presentó la instalación de la granja Agrícola Ramadera Serentill de Aitona en la jornada Ahorro energético: Proyectos de autoconsumo en el sector agropecuario, organizada en la Cámara de Comercio de Lleida por el Institut Català d'Energia (ICAEN) de la Gene-

ralitat de Catalunya, el Clúster de Eficiència Energètica de Catalunya (CEEC) y Solartys (Asociación Española para la Internacionalización y la Innovación de las Empresas Solares), para impulsar el autoconsumo fotovoltaico entre las empresas del sector agropecuario.

A lo largo de la jornada se expusieron 6 proyectos de éxito de instalaciones de autoconsumo eléctrico en el sector agropecuario, presentados por sus titulares y por las ingenierías que los han ejecutado. Miquel Jarque, Director Comercial de Sofos España, fue el encargado de explicar el caso de éxito de la granja Agrícola Ramadera Serentill, así como el de la instalación de autoconsumo fotovoltaico (96 kW) para la explotación agropecuaria Ous de Ponent S.L., en Bellcaire d'Urgell (Lleida) puesta en marcha en mayo de 2013. El acto contó con la participación del responsable del Servicio de Instalaciones de la Dirección General de Energía, Minas y Seguridad Industrial, Florenci Hernández, que explicó cuál es el marco legal de las instalaciones de autoconsumo conectadas a la red, así como la ponencia de Josep Antoni Dadón, responsable del Servicio de Ayudas a la Competitividad Agraria de la Dirección General de Desarrollo Rural, que explicó la Orden de ayudas que se acaba de publicar en el marco del nuevo PDR 2014-2020.

## REC une sus fuerzas con las del grupo noruego Elkem

**R**EC, uno de los mayores fabricantes de paneles solares de Europa y el Grupo Elkem con sede en Noruega anunciaron la semana pasada, que la adquisición de REC ha concluido. El objetivo de REC y Elkem, uno de los mayores productores de silicio del mundo entre otras actividades, es ser un agente clave e integrado en el sector fotovoltaico, actualmente muy fragmentado. Los equipos de dirección de ambas entidades están deseando iniciar el proceso de integración. En palabras de Steve O'Neil, el nuevo CEO de REC desde el pasado 25 de marzo de 2015: *"Me entusiasma la idea de unirme a REC en un momento tan apasionante. La combinación de ambas empresas constituirá una plataforma sólida para impulsar el desarrollo de REC como proveedor líder global en soluciones de energía solar. Si nos atenemos a las previsiones que anuncian una bajada de los costes de la producción de fotovoltaica hasta situarse entre los 2 y 4 céntimos de euro por kilowatio/hora en 2050, todo hace pensar que la energía solar se convertirá en la fuente de energía más utilizada. Con este acuerdo, reforzaremos nuestra posición en primera línea gracias a este increíble potencia"*.



Elkem está decidido a contribuir al desarrollo de la organización actual de REC y a potenciar su crecimiento para reafirmarla como marca líder global en el sector de la energía solar. Ambas empresas han declarado su firme compromiso por mantener la alta calidad de los paneles solares REC, optimizando la cadena de valor y combinando sus enormes potenciales de ventas como, por ejemplo, la posición consolidada de Elkem en el segmento de la construcción y la edificación con el aditivo de microsílíce.

Gracias a sus importantes esfuerzos en I+D, Elkem Solar ofrece un silicio de alta calidad para paneles solares, con un consumo de energía un 75% inferior al empleado en los métodos de producción tradicionales. Al aumentar la participa-

ción de Elkem Solar Silicon en la fabricación de paneles solares REC, esta última continuará reduciendo el tiempo de retorno energético de la inversión y la huella de carbono, además de disminuir el coste de los paneles solares a medida que avance el progreso tecnológico.

*"Nos complace recibir a REC dentro del Grupo Elkem y estamos ansiosos por iniciar la integración de la cadena de valor entre Elkem Solar y REC. Esta unión sienta las bases para crear una empresa global capaz de liderar el mercado de la energía solar. Las dos empresas han desarrollado una intensa relación comercial, existe una óptima estrategia común, y compartimos la cultura y la tradición corporativa noruega"*. explica Helge Aasen, CEO de Elkem.

## La noruega REC prepara su desembarco en África

**R**EC prepara su entrada en los mercados solares de África Oriental y del Sur, una región donde se espera que se instalen 100 GW de energía solar en los próximos quince años. Un portavoz de la compañía dijo que como paso inicial, REC abrirá tres oficinas, muy probablemente en Ghana, Kenya y Sudáfrica entre este año y el próximo. En Ghana, por ejemplo, REC espera que se instalen entre 75 y 100 MW de plantas fotovoltaicas a gran escala en 2016, 10 MW de instalaciones comerciales y uno o dos MW de residencial. Aunque no se han revelado los detalles concretos, el portavoz de la compañía señaló que *"hemos estado en contacto*

*con varios potenciales clientes/socios de todo tipo de segmentos en los últimos meses y estamos percibiendo un gran interés por una colaboración debido a nuestra amplia experiencia. La transferencia de nuestro know-how es un factor clave para la región de África"*.

Además de suministrar sus módulos foto-



voltáicos a los proyectos, REC confía en que pueda avanzar en el mercado africano a través de su programa de socios y su experiencia en la capacitación para las industrias solares locales. Específicamente, REC estará ofreciendo soluciones Kit para instalaciones residenciales y cajas híbridas solares para instalaciones de 15 a 50 kW. También planea abrir una academia para preparar a los distribuidores.

*"Con los niveles de irradiación favorables, el aumento de la población, la falta de suministro eléctrico estable y los altos precios de los combustibles fósiles, el mercado de la energía solar está maduro en el continente"*, añadió el portavoz de REC.



Smartflower

## Panel solar con forma de girasol abre la puerta al autoconsumo

Generar toda la energía que necesita una casa, un negocio o un pequeño colegio de manera eficiente y sin complicaciones técnicas. Bajo esta premisa se ha presentado en Madrid el Smartflower POP, una solución fotovoltaica inteligente con forma de girasol que promete mejorar hasta en un 40% el resultado de los sistemas tradicionales de paneles solares. La clave está en su diseño. Inspirado en el movimiento de los girasoles, Smartflower sigue la trayectoria solar gracias a un sistema de control que permite que sus paneles móviles de 18 m<sup>2</sup> se sitúen siempre en un ángulo de 90° con el sol, para recoger la mayor cantidad de energía posible. Y todo de forma absolutamente automática.

*"Para hacerlo nos hemos inspirado en la naturaleza. Prácticamente ninguna otra planta aprovecha tanto la energía solar como el girasol. Nuestra meta consiste en hacer posible que sean las personas las que puedan generar su propia energía limpia para el autoabastecimiento de su casa, una empresa o una comunidad",* comentó Teknautas Alexander Swatek, fundador de Smartflower.

Esta innovación no sólo permite la independencia energética de una vivienda unifamiliar, sino que también puede abastecer otras necesidades como puede ser la carga de un vehículo eléctrico. *"Smart-*



*flower* permite generar hasta 6.000 kWh al año, muy por encima de lo 4.000 kWh de consumo medio anual aproximado de una casa", según Julián Matilla, responsable de Smartflower en España.

Su sistema de montaje es mucho más sencillo que el de las complejas instalaciones tradicionales. El aparato, que mide 2,65 metros de alto, se vende en una caja y es de fácil instalación. En menos de una hora se puede tener enchufado a la red y colocado en una zona con acceso al sol para que despliegue sus paneles solares automáticamente.

Además de buscar la luz solar, es capaz de replegar en una primera fase sus paneles con rachas fuertes de viento superiores a 54 km/h. Si el viento supera los 63 km/h se pliega por completo para garantizar la máxima seguridad.

Sobre el marco jurídico al que se enfrentará Smartflower en España, Matilla lo tiene claro: *"La legislación española es bastante antigua y estoy seguro de que evolucionará en los próximos meses y años. De cualquier forma, actualmente este tipo de sistemas son legales dentro de nuestras fronteras siempre y cuando se utilicen para el autoconsumo y no inyecten energía a la red".*

Debido a que la mayoría de paneles so-

lares dejan de ser tan efectivos cuando se ensucian, Smartflower ha incorporado un sistema de limpieza automático. Además de otro que lo mantiene a una temperatura estable. *"Los paneles solares en los tejados generan al sobrecalentarse hasta un 10% menos de energía, el nuestro cuenta con un sistema de ventilación para evitar este problema. El sistema de sensores también permite detectar nieve, arena o polvo en los paneles y limpiarlo, de modo que nada reduzca la producción energética",* ha concluido el responsable de la compañía en España.



Smartflower ya está a la venta en España a un precio recomendado de 11.900 euros (sin IVA). Los paneles que lleva incorporados tienen una garantía de 10 años, mientras que la del inversor es de cinco años. Por su parte, la garantía del resto de conexiones es de 24 meses.

El "girasol fotovoltaico" capta el máximo posible de energía solar de cada jornada gracias a sus paneles monocristalinos y a un circuito de conexión inteligente, que abarca todas las superficies de los paneles y módulos.

**SMARTFLOWER IBERIA, SL**

**Av. Somosierra 24**

**28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid), España**

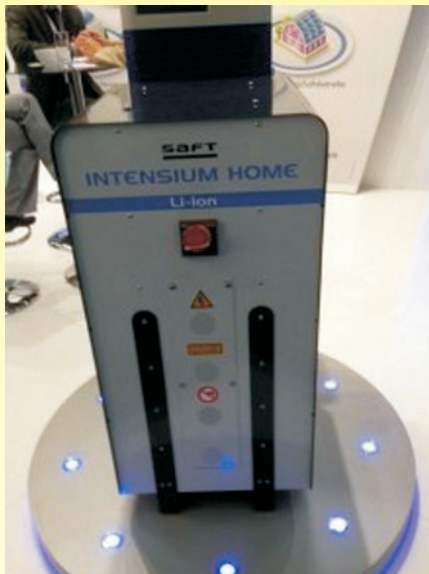
**[www.smartflower.com/es](http://www.smartflower.com/es)**



## Intensium Home 10M

## Saft presenta su nuevo sistema de almacenamiento de energía solar

Saft ha presentado en Intersolar Europe su nueva Intensium Home 10M, un sistema de almacenamiento de energía de litio-ión (Li-ion) con un diseño moderno, estético y destinado específicamente para la gama alta de instalaciones fotovoltaicas solares residenciales y para pequeñas plantas comerciales. La Intensium Home 10M se ha desarrollado para complementar la gran variedad de sistemas de almacenamiento energético de Saft. En una nueva colaboración con Kaco New Energy GmbH, una de las marcas líderes de inversores de Alemania, Saft ha lanzado Intensium Home 10M, que se ha desarrollado junto al nuevo inversor trifásico de Kaco. Este paquete de Saft y Kaco es la solución perfecta para el creciente número de potenciales clientes tanto residenciales como comerciales (productores y consumidores) que están dispuestos a maximizar su autoconsumo. El nuevo Intensium Home 10M de 240 V está formado por cinco módulos de iones de litio para proporcionar capacidad tanto de alta potencia, de 10 kW, como con 10 kWh de almacenamiento de energía en un armario de diseño estético específico para el hogar y las instalaciones comerciales. Este sistema de Li-ion de alta potencia es perfecto para trabajar en colaboración con el nuevo inversor de energía de Kaco 14,0 TL3 en instalaciones de hasta 30 kW. Esta combinación ayudará a las pequeñas



empresas y a los consumidores residenciales a empujar el autoconsumo de energía limpia. Los consumidores serán capaces de seguir el rendimiento del sistema desde su propio Smartphone.

*"Saft es líder en sistemas de Li-Ion de almacenamiento de energía, mientras que KACO New Energy es una de las 10 marcas principales a nivel mundial en inversores. Juntos formamos un gran equipo que proporciona a los clientes un paquete completo totalmente validado y testado en residencias reales. Este enfoque allana el camino para poder entregar por la vía rápida una solución eficaz de almacenamiento de energía y de gestión",* dijo Volker Dietrich, Director de Energía de la División de Tecnología de

Sistemas de Kaco New Energy. *"Esta asociación permitirá a Saft y Kaco New Energy llevar a cabo una promoción conjunta, formación, transferencia de conocimientos y el uso por parte de ambos de los canales de venta existentes".*

La combinación de Li-ion de almacenamiento de energía de Saft y el inversor de Kaco ofrece una gestión de energía avanzada con la capacidad de operar como parte de los esquemas de tipo enjambre. Estos enjambres ofrecen la posibilidad de agregar varias instalaciones de almacenamiento de energía descentralizadas para mejorar la estabilidad de la red, ayudando al equilibrio de la oferta y la demanda, además de ofrecer servicios complementarios financieramente atractivos para los operadores de red, tales como el control de la frecuencia. El sistema de gestión inteligente de la energía permite el control remoto del dispositivo de almacenamiento a través de interfaces de internet o de otro tipo de comunicación, por ejemplo para cambiar la regulación de frecuencia del autoconsumo.

**SAFT BATERÍAS, S.L.**

**Avda. Fuente Nueva, 12 Nave 15  
28700 San Sebastián de los Reyes  
(Madrid), España**

**tlf. +34 916 593 480**

**fax. +34 916 593 490**

**contacto@saftbatteries.com**

la información  
de última hora

*en* **ERA SOLAR** **NET**  
La Actualidad de la Energía Solar  
[www.erasolar.es](http://www.erasolar.es)



Según Normas IEEE 1547, IEC 61000-3-15 y IEC 62116

## Simulador de red para prueba de dispositivos "on-grid"

La demanda de productos de Recursos Distribuidos (DR) tales como inversores fotovoltaicos y sistemas de energía eólica está creciendo sin parar según el mundo busca nuevas fuentes de energías renovables limpias. Sin embargo, la potencia generada por estas fuentes renovables está afectada a menudo por las condiciones meteorológicas y pueden causar problemas de estabilidad en la red pública. Para optimizar el uso de las energías alternativas y equilibrar la red frente a la diferencia de picos de carga/consumo, algunos países están iniciando la promoción de sistemas híbridos de almacenamiento de potencia fotovoltaica y eólica con la combinación de casas inteligentes y vehículos eléctricos en una estructura de microrred. Esto crea la necesidad de ensayos más rigurosos de simulación para analizar la estabilidad de potencia, seguridad y condiciones anormales en instalaciones renovables conectadas a red. Esta demanda ha fijado pruebas de regulación según las normas IEEE 1547 (Interconexión de recursos distribuidos con sistemas de potencia eléctrica), IEC 61000-3-15 (Inmunidad electromagnética de baja frecuencia para sistemas de generación de potencia conectados a la red eléctrica pública) e IEC 62116 (Procedimientos de test para medidas de prevención de isla en inversores fotovoltaicos conectados a red), para asegurar un funcionamiento apropiado y seguro de los productos "on-grid".

Para los fabricantes de este tipo de productos se ha convertido en algo crítico realizar estos ensayos para probar la conformidad y tranquilizar las preocupaciones sobre el riesgo de estos productos. La familia de simuladores de red 61800 de Chroma se han diseñado para satisfacer estos requerimientos de test, proporcionando un funcionamiento en los 4 cuadrantes I-V, completamente regenerativo, con funciones avanzadas de simulación de perturbaciones de red como huecos, transitorios, variaciones de tensión o frecuencia, armónicos e

inter-armónicos para pruebas de conformidad, seguridad y verificación de producto. Sirve tanto como referencia de voltaje de la red eléctrica, como carga para absorber la potencia entregada por el dispositivo bajo test, regenerando el 100% de la energía a la red en lugar de disiparla en calor como una carga RLC. En casos donde el dispositivo bajo test genere corriente, el circuito de detección percibirá el exceso de potencia y lo reciclará a la red.



El simulador de red 61800 no solo es ideal para test de inversores fotovoltaicos, sino también para SAIs de sistemas de telecomunicaciones y servidores, aplicaciones de test de vehículos eléctricos tales como V2G (Vehicle to Grid) y G2V (Grid to Vehicle), sistemas de almacenamiento de energía (ESS), inversores para motores de ascensor e incluso para laboratorios de simulación de micro-redes. El uso de estos simuladores no solo está limitado al proceso de desarrollo de producto en I+D, sino también durante el diseño, verificación del producto, e incluso a lo largo de toda la fase productiva. Los tests típicos en este rango de productos son: rango de voltaje de operación, anomalía de voltaje y frecuencia, test LVRT (Low Voltage Ride Through), test de isla, huecos de tensión y variaciones de frecuencia (IEC 61000-4-14/4-28), inmunidad (IEC 61000-4-11/4-34) y test de límites de armónicos y flickers (IEC 61000-3-2/3-3).

Usando la última tecnología de control digital, la serie 61800 posee las condiciones necesarias para ensayar microrredes y dispositivos

conectados a red, pudiendo suministrar hasta  $690 V_{L-L}$  ( $400 V_{L-N}$ ) hasta 300 kVA de potencia, y frecuencias de salida desde 30 Hz hasta 100 Hz. La función AC+DC permite añadir un offset de corriente continua a la señal alterna, requerido en ciertas aplicaciones. Además de suministrar un voltaje AC limpio, preciso y estable, la serie 61800 es capaz de simular varios tipos de formas de onda de voltaje distorsionada y condiciones transitorias requeridas para validación de producto. Esto se lleva a cabo usando los modos LIST, STEP y PULSE de creación de formas de onda programables. El modo LIST es una función más versátil que permite al usuario componer formas de onda complejas de hasta 100 secuencias. Las formas de onda de voltaje requeridas para test de inmunidad según la IEC 61000-4-11 (interrupciones de corta duración, huecos y variaciones de voltaje) pueden conseguirse fácilmente con el simulador de red regenerativo y su software. La Función Synthesis permite crear formas de onda de voltaje armónico hasta el orden 40 basado en una frecuencia fundamental de 50/60Hz, y la función Interharmonic realizar barridos de frecuencia desde 0,01 Hz a 2.400 Hz sobre la misma frecuencia fundamental, ayudando al ingeniero a localizar los puntos de resonancia. El control del simulador de red puede hacerse por GPIB (IEEE488.2), RS232, USB o Ethernet. La serie 61800 se compone de tres modelos, de 30 kVA, 45 kVA y 60 kVA respectivamente. La salida puede configurarse para 1 ó 3 fases, y pueden conectarse varios simuladores 61800 en paralelo para aplicaciones que requieran mayores potencias.

### INSTRUMENTOS DE MEDIDA

C/ Septiembre, 31

28022 Madrid, España

tlf. +34 913 000 191

idm@idm-instrumentos.es

www.idm-instrumentos.es

## Máster en Negocio Energético

De octubre 2015 a junio 2016  
Máster en Negocio Energético  
Club Español de la Energía  
Paseo de la Castellana, 257  
28046 Madrid, España  
tlf. +34 913 237 221  
fax. +34 913 230 389  
inscripciones@enerclub.es  
cursos@enerclub.es  
www.enerclub.es

La XXVIII edición del Máster en Negocio Energético, organizada por el Club Español de la Energía -Instituto Español de la Energía-, presenta a todos aquellos profesionales y postgrados con interés en el sector energético, el más completo y reconocido máster de puesta al día y perfeccionamiento del conocimiento y competencias en análisis y gestión de las actividades energéticas en sus diferentes ámbitos. Este Máster, pionero en España, ha logrado alcanzar un nivel de excelencia que lo sitúa en una posición de referencia en el ámbito europeo. Ofrece una visión completa del sector energético en todas sus vertientes, con una orientación estratégica de largo alcance, actualizada cada año de acuerdo con la evolución del sector, lo que supone el mejor método de puesta al día en energía.

En esta XXVIII edición se han ampliado los contenidos e incorporado nuevos temas de actualidad, al mismo tiempo que se han reforzado los aspectos metodológicos y pedagógicos.

El Máster cuenta con un amplio y excelente equipo docente de destacados profesionales que desempeñan posiciones muy relevantes en empresas y organismos energéticos, así como académicos con amplia experiencia docente en la Universidad.

El Máster en Negocio Energético es un modelo de formación mixta que complementa el curso tradicional con un porcentaje de sus contenidos a través del e-learning.

El Máster en Negocio Energético cuenta con un 10% de sus contenidos impartidos a través del canal e-learning como complemento al tradicional canal presencial. De esta forma, se obtiene un programa de formación mixta (blended learning), que ofrece lo mejor del actual Máster en presencial y de los nuevos elementos de valor añadido que permite la formación on line.

En resumen, se trata de un Máster dirigido a profesionales que deseen adquirir un amplio conocimiento del mundo de la energía o quieran prepararse para futuras responsabilidades profesionales, tanto en el sector energético como en otros relacionados con el mismo, en los ámbitos técnico, económico, de gestión, jurídico regulatorio o de servicios.

## Curso Online de Energía Solar Fotovoltaica

Del 7 de septiembre al 18 de diciembre  
Curso Online de Energía Solar Fotovoltaica  
Aula Virtual del Ciemat  
tlf. +34 913 460 893  
fax. +34 913 460 892  
aulavirtual@ciemat.es  
www.aulavirtual.ciemat.es

La energía solar fotovoltaica puede generar energía eléctrica renovable tanto para la inyección a la red eléctrica como para suministro energético a sistemas autónomos.

El continuo desarrollo tecnológico, el aumento de eficiencia y la disminución de costes, todo ello incentivado en numerosos países mediante primas económicas al kWh inyectado en la red, está dando como resultado una madurez tecnológica y un volumen de mercado significativo, en el que fabricantes de módulos fotovoltaicos, inversores de conexión a red y seguidores solares se han asentado en el mercado. Este curso pretende dar a conocer los fundamentos, el estado de la tecnología y el diseño y dimensionado de los sistemas fotovoltaicos.

El proceso de enseñanza-aprendizaje está centrado en el alumno. El contenido se imparte a través de material multimedia, ejercicios y simulaciones, que exponen y plantean los distintos profesores expertos de cada materia.

Las herramientas de comunicación que ofrece esta modalidad permiten la interacción constante entre alumnos y profesores. El progreso del aprendizaje está personalizado y tutelado por un dinamizador, que garantiza el éxito de la formación.

El curso va dirigido a profesionales dedicados a la promoción, operación y gestión de centrales fotovoltaicas. Titulados superiores o medios, que deseen adquirir conocimientos sobre las tecnologías de conversión de la energía solar fotovoltaica, sus fundamentos y estado de desarrollo actual.

El curso puede resultar también de interés para personal de instituciones involucradas en actividades de educación o investigación en esta área.

El curso se realizara desde el 7 de septiembre al 18 de diciembre de 2015, cubriendo un total de 17 semanas.



# ERA SOLAR NET

La Actualidad de la Energía Solar

**ERA SOLAR NET**  
La Actualidad de la Energía Solar

**PORTADA** | Agenda | Asociaciones | Formación | Hemeroteca | Informes | Legislación | Quiénes somos

**Noticia de Portada** | Noticias recientes | Más información

**Murcia acogerá una de las plantas fotovoltaicas más grandes del mundo**  
La instalación, una de las mayores del mundo, duplicará la potencia con la que cuenta la Región y abastecerá de electricidad en régimen ordinario a más de 100.000 hogares.

**NACIONAL**  
**La CARM no cesa en su apuesta por el uso doméstico de energías renovables**  
El ahorro para los murcianos no solo será energético, ya que además el contribuyente puede beneficiarse de una deducción de...

**INTERNACIONAL**  
**La británica SB Energy planea una planta de energía solar de 200 MW en Japón**  
El diseño que maneja la compañía, subsidiaria del grupo de comunicaciones Softbank, para la central la convertirá en la mayor planta fotovoltaica de Japón.

**FOTVOLTAICA**  
**Gamonarejo construirá una planta fotovoltaica de 51MW en la localidad cordobesa de Posadas**  
Córdoba es la provincia andaluza que más energía fotovoltaica genera, con un 23% del total de la comunidad.

**SOLAR TERMOELÉCTRICA**  
**El futuro termosolar: los proyectos que marcarán la pauta**  
El Instituto Fraunhofer de Medicina y Materiales (IWM) en Friburgo y Halle desarrolla soluciones para aumentar la seguridad, fiabilidad y durabilidad de componentes y sistemas.

**FOTOTÉRMICA**  
**Abantia presenta la planta termosolar de Les Borges en Delhi y Dubai**  
La planta termosolar de Les Borges, en Lleida, la única del mundo que combina la energía termosolar con la de biomasa.

**AGENDA**  
**Call for paper para el 7th ENERGY FORUM on Solar Building Skins hasta el 15 de abril**  
Invitación para presentar trabajos de investigación, 7th ENERGY FORUM on Solar Building Skins, 6-7 Diciembre 2012, Bressanone, Italia.

**Solar Concentra**  
**Pedro Robles, Consejero Delegado de Abengoa Solar España, asume la presidencia de Solar Concentra**  
"Aunque ahora se sienten confusión y se crean obstáculos, la implantación de la energía solar es algo imparitable". El pasado martes...

**CATEGORÍAS**  
Agenda  
HEMEROTECA  
Elegir mes

**ÚLTIMA HORA**  
• Gamonarejo construirá una planta fotovoltaica de 51MW en la localidad cordobesa de Posadas.  
• RSC Yingli Solar organiza las finales de la FC Bayern Youth Cup en China.  
• Call for paper para el 7th ENERGY FORUM on Solar Building Skins hasta el 15 de abril.  
• Combinación entre CSP y fotovoltaica estimula la producción, allana la integración.  
• La CARM no cesa en su apuesta por el uso doméstico de energías renovables.  
• SMA Solar Technology AG consigue el segundo mejor resultado de la historia de la empresa el año 2011.

**INTERNACIONAL**  
• La británica SB Energy planea una planta de energía solar de 200 MW en Japón.  
• Grupo San Jose comienza a construir una planta fotovoltaica de 20 MW en Perú.  
• La consultora CMC exporta su tecnología de gestión de plantas de energías renovables a Europa y América.  
• EoF firma un acuerdo para dotar de energía FV a escuelas de Iberoamérica.

**SECCIONES**  
Bolsa de trabajo  
Fototérmica  
Fotovoltaica  
Internacional (english)  
Multimedia  
Opinión  
Solar termoeléctrica

**MANEJANTE INFORMADO**

# ERA SOLAR

Fototérmica & Fotovoltaica

REVISTA TÉCNICA FUNDADA EN EL AÑO 1983

Redacción - Administración  
Publicidad y Suscripciones  
Costa Rica, 32. bajo B - 28016 Madrid - España  
Tlf. (+34) 91 350 58 85 - Fax. (+34) 91 345 93 13  
revista.erasolar@erasolar.com

Director de Publicación  
**Manuel Senra Díaz de Cevallos**  
Coordinación

**Vicente Fernández Bustos**  
Redacción

**Francisco René Grifell**  
Internacional

**Silvia Font Martínez**  
Suscripciones/Distribución

**Amparo Chover Latorre**  
Marketing

**Manuel Nuño Senra**  
Producción

**Sunlight Press**

Corresponsales

**J. Manuel Vilchez Vilchez**  
**Ricardo López**

**Edgar Santamaría Ariza**  
**Jorge Salazar Atienza**

**Carlos M. Mujica Peralta**

Colaboradores

**Efren Alonso Palacios**  
**Manuel Castro Gil**

**José Antonio Forjan**  
**Raimundo González Burón**

**Francisco Jarabo Friedrich**  
**Ignacio López Torres**

**Eduardo Lorenzo Pigueiras**  
**Antonio Luque López**

**Manuel Moreno Moreno**  
**Pedro Muñoz Díaz**

**Eduardo Pérez Díaz**  
**Javier Piay Pombo**

**Rufino Rivero Hemández**  
**Néstor Serrano Beteta**

**Rafael Torres Fernández Gil**  
**Santiago Vignote Peña**

ERA SOLAR

es portavoz en España de:

ASIT

Asociación Solar de la Industria Térmica

HELIOS

"Asociación de Fabricantes, Importadores e Instaladores de Energía Solar"

PROTERMOSOLAR

"Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica"

UNEF

"Unión Fotovoltaica Española"

ERA SOLAR

es portavoz para España de:

EUROSOLAR

"The European Association for Renewables Energy"

I.E.F.

"International Energy Foundation"

S.E.I.

"Solar Energy International"

W.C.R.E.

"World Council for Renewable Energy"

Imprime: M&C Impresión, S.L.

Dépósito Legal: M.11.562-1983

I.S.S.N.: 0212-4157

Edita:



**PUBLICACIONES TÉCNICAS, S.L.**

editorial@sapt.es

La dirección de ERA SOLAR no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos firmados que aparecen en la publicación.

Para reproducir total o parcialmente cualquier artículo de la revista

ERA SOLAR se precisa la autorización previa de los editores.

La revista ERA SOLAR es una publicación bimestral.

P.V.P. ejemplar: 8,00 Euros

www.erasolar.com



ERA SOLAR es miembro de AEEPP (Asociación Española de Editoriales de Prensa Periódica), que a su vez es miembro de:

FIPP (International Federation of the Periodical Press)

EMMA (European Magazine Media Association),

CEOE (Confederación española de organizaciones Empresariales) y

CEPYME (Confederación del Pequeña y Mediana Empresa).



El periódico «online» de ERA SOLAR que complementa los contenidos de sus ediciones impresa y digitales, ofreciendo diariamente información actualizada del sector de la Energía Solar

**www.erasolar.es**

comunicación profesional de energía solar



SEIS EDICIONES ANUALES

30 1983 - 2013  
AÑOS  
informando de  
ENERGÍA SOLAR

# ERA SOLAR

Fototérmica & Fotovoltáica



información técnica para profesionales de energía solar

conózcanos en

[www.erasolar.com](http://www.erasolar.com)



**RENEXPO®**  
SOUTH-EAST EUROPE

**8TH ENERGY + EFFICIENCY FAIR AND CONFERENCES**

November 18th - 20th, 2015

Palace Hall in Bucharest

[www.renexpo-bucharest.com](http://www.renexpo-bucharest.com)



Gold Sponsor 

Bronze Sponsor   
ADAPTING THE LIMITS

Media partners

Tehnica  
Instalatiilor

AGENDA

ARENA Constructorilor

3DENERGY

EASY  
ENGINEERING

ecobuild

eolus

Energetica

ENERGIA

ERA SOLAR

IBC focus

Power

100%